

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU
ROČNÍK XL/1991 ● ● ČÍSLO 5

V TOMTO SEŠITĚ

Philips se představuje 161

NÍZKOFREKVENČNÍ ZESILOVAČE

Nf zesilovač s dálkovým ovládáním

Celková koncepce	163
Ovládání zesilovače	164
Indikační obvody	166
Dálkové ovládání	170
Signálová část	175
Zdroj	181
Seznam součástek	182
Literatura	182

Nf zesilovač 150 W, DPA 280

DPA 280	184
---------	-----

Nf zesilovač 500 W, DPA 1000

DPA 1000	189
----------	-----

Elektronická kuchařka

(dokončení z AR B4/91)	191
Jednoduché ultrazvukové dálkové ovládání	191
Detektor radarových signálů	192
Ultrazvukové zabezpečovací zařízení	193

Zajímavé integrované obvody

U810BS, U811BS, U812BS	194
U822BS, U824BS	195
U833BS, SE, BS-FP, BSE-FP atd.	196
U847BST, TSA5510	197

Inzerce 200

PHILIPS SE PŘEDSTAVUJE

Historie firmy Philips začala na konci minulého století. 14. listopadu 1890 se strojní inženýr Gerard Philips rozhodl, že založí továrnu na výrobu žárovek. K tomuto rozhodnutí ho přivedl velký úspěch Thomase Alvy Edisona, který rok předtím demonstroval v Menlo Parku ve Spojených státech svůj nejnovější vynález – žárovku.

Holandan Gerard Philips se narodil v říjnu 1858 v Zaltbommel a v roce 1883 ukončil studium na vysoké škole technické v Delftu, kde získal diplom strojního inženýra. Přesto, že jeho základní vzdělání bylo strojařské – studium elektrotechniky v té době neexistovalo – velice živě se zajímal o nové se vyvíjející obor elektrotechniky a především o problémy elektrického osvětlení, které bylo ve Spojených státech přijato s takovým nadšením. Rozhodl se proto zavést i v Holandsku obdobnou výrobu.

Gerard Philips proto zakoupil v Eindhovenu nepoužívaný tovární objekt a začal svůj plán přeměňovat ve skutečnost. Kapitál 75 000 guldenů mu do začátku podnikání dal jeho otec Frederik Philips, který byl v Zaltbommel bankéřem a obchodoval též s tabákem a kávou. A tak byla 15. května 1891 v Eindhovenu založena firma Philips & Co. První rok proběhl ve znamení technických příprav a zařizování továrny a výroba žárovek byla s deseti dělníky zahájena v březnu 1892.

Na začátku podnikání musel Gerard Philips téměř vše dělat sám. Musel obstarávat materiál, prodávat hotové výrobky, starat se o vývoj i o své zaměstnance a obchodní korespondenci musel rovněž vyřizovat a psát sám. Ani dělníci v továrně to neměli nijak lehké. Každá žárovková baňka musela být jednotlivě vyfukována ze skleněné kapky a to byla práce značně namáhavá.

Gerard Philips měl mladšího bratra Antona Philipse, který se narodil v březnu 1874 a který v Amsterdamu absolvoval obchodní školu. Po jejím ukončení pak krátký čas působil u obchodních makléřů v Londýně. V lednu 1895 vstoupil do firmy Philips jako společník svého bratra ve věku necelých jednadvaceti let. Po krátkém zapracování začal objíždět různé evropské státy, nabízel výrobky své firmy a snažil se též zajistit obchodní zastoupení v těchto zemích.

Technická zdatnost Gerarda Philipse i obchodní zdatnost jeho bratra Antona Philipse byly nesporně hlavním důvodem, že se firma Philips za poměrně krátkou dobu stala vážným konkurentem již existujícím obdobným výrobcům. Oba bratři si byli velice dobře vědomi toho, že jen dalším technickým vývojem a zlepšováním již existujícího technického stavu mohou předčít konkurenci. V tovarně proto už od roku 1908 pracovala laboratoř, jejímž úkolem bylo tento vývoj zajišťovat a hledat nové cesty ve výrobě žárovek.

Již v té době byly dobře známy velmi výhodné vlastnosti wolframu jako materiálu pro výrobu žárovkových vláken. Jeho všeobecné používání však naráželo na velké technické problémy s jeho tažením. Když se však roku 1910 podařilo Američanovi Coolidgeovi úspěšně problém tažení wolframového drátu vyřešit, byla firma Philips na čele těch, kdo začali wolframový drát používat.

Zakrátko se objevilo další zlepšení. Žárovky se před zatavením baňky až dosud vyčerpávaly, takže rozžhavené vlákno žárovky bylo ve vzduchoprázdňném prostoru. To mělo za následek, že se materiál vlákna poměrně rychle odpařoval a žárovky měly poměrně krátkou dobu života. Od okamžiku, kdy začaly být žárovky plněny argonem, odpařování wolframu se značně zpomalilo a doba života žárovek se podstatně prodloužila.

Až do určité doby se v žárovkách používalo jednoduché wolframové vlákno. Dalšího zlepšení svítivosti se dosáhlo tím, že se začalo používat vlákno stočené do šroubovice a později dokonce do dvojité šroubovice.

Zde je vhodné si připomenout, že běžné žárovky přeměňují ve světlo jen asi 5 % přivedené energie, zatímco plných 95 % se ztrácí v podobě neužitečného tepla. Pozoruhodné je to, že dnešní moderní žárovky využívají z jednoho wattu příkonu asi jen 14 lumenů světelného toku, zatímco argonem plněné žárovky, které v roce 1914 vyráběl Gerard Philips, produkovaly z jednoho wattu příkonu asi 10 lumenů. Z toho vyplývá, že v otázce světelné účinnosti žárovek byl za třicetileté století učiněn jen velice malý pokrok.

Tím jsme se dostali již k letům, kdy probíhala první světová válka. Firma Philips měla

AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydavatel: Vydavatelství MAGNET-PRESS, s. p., 113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel. 26 06 51.

Redakce: 113 66 Praha 1, Jungmannova 24, tel. 26 06 51. Šéfredaktor Luboš Kalousek, OK1FAC, linka 354, sekretariát linka 355.

Tiskne: Naše vojsko, tiskárna, závod 08, 160 05 Praha 6, Vlastina ul. č. 889/23.

Rozšiřuje Poštovní novinová služba a vydavatelství MAGNET-PRESS s. p. Objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel, předplatitelská střediska a administrace vydavatelství MAGNET-PRESS s. p., 113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel. 26 06 51-9. Půlroční předplatné 29,40 Kčs. Objednávky do zahraničí vyřizuje ARTIA, a. s., Ve smečkách 30, 111 27 Praha 1.

Inzerce přijímá osobně i poštou vydavatelství MAGNET-PRESS, inzertní oddělení, Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-9, linka 294.

Za původnost a správnost příspěvku odpovídá autor. Nevyžádané rukopisy nevracíme.

Návštěvy v redakci ve středu od 9 do 16 hodin.

ISSN 0139-7087, číslo indexu 46 044.

Toto číslo má vyjít plánu 27. 9. 1991.

© Vydavatelství MAGNET-PRESS 1991

Vážení čtenáři,

v poslední době se množí stížnosti na to, že nelze sehnat naše časopisy (AR řady A, řady B a Přílohy – ročenky) ve stáncích PNS. Je to způsobeno několika vlivy, z nichž nejhlavnější je asi ten, že PNS soustavně snižuje odběr našich časopisů a do některých svých prodejen je vůbec nedodává.

Naše vydavatelství MAGNET-PRESS proto nabízí všem soukromým podnikatelům i všem organizacím (např. prodejnám elektronického zboží, knižním prodejnám, obchodním domům atd.), které by chtěly rozšiřovat (prodávat) naše časopisy, možnost objednat AR řady A, řady B i Přílohy přímo ve vydavatelství a to od 10 kusů do neomezeného množství za velmi výhodných podmínek.

S nabídkami se obraťte na redakci AR, Jungmannova 24, 113 66 Praha 1.

Redakce



Gerard Philips ve své laboratoři v Amsterdamu v roce 1890

v té době již téměř 4000 zaměstnanců a, ačkoliv Holandsko nepatřilo k válčícím mocnostem, prodělávala přesto četné problémy. Během války bylo totiž velice obtížné získávat suroviny a jiné, pro výrobu nezbytné produkty z mimoholandských území. Tyto skutečnosti vedly oba bratry k rozhodnutí zařídit si vlastní sklárnu. Mezitím se i částečně změnilo vedení firmy, neboť v dubnu 1922 odstoupil Gerard Philips a jeho místo převzal jeho bratr Anton, kterému v té době bylo 48 let.

Po první světové válce firma Philips značně rozšířila sortiment vyráběných žárovek. Na trh začala dodávat automobilové žárovky, žárovky pro projektory, žárovky pro světelnou signalizaci i nejrůznější druhy žárovek pro zcela speciální účely. Mezitím se i částečně změnilo vedení firmy, neboť v dubnu 1922 odstoupil Gerard Philips a jeho místo převzal jeho bratr Anton, kterému v té době bylo 48 let.

Ve dvacátých letech si podnik, který se neustále rozrůstal, začal zajišťovat především zahraniční kontakty. Tak například v letech 1927 až 1930 byla vytvořena firemní zastoupení v Rumunsku, v Jugoslávii, v Irsku, v Lucembursku, v Řecku, v Turecku, v Indii, na Novém Zélandě, v Alžírsku, v Jižní Africe i v Japonsku. V předešlých letech zřízená zastoupení ve Španělsku, v Československu, ve Velké Británii, v Dánsku, v Rakousku, v Maďarsku, v Německu a v Austrálii již v té době přinášela firmě uspokojivé zisky.

Tato vyloženě úspěšná dvacátá léta však byla vystřídaná méně úspěšnými lety třicátými. Byla to léta krizová, kterých nebyl pochopitelně ušetřen ani Philips. Ve zmíněných třicátých letech se značně zhoršily exportní možnosti firmy, protože mnohé vlády byly nuceny zásadně změnit obchodní politiku svých zemí a chránit vlastní pracovní síly před nezaměstnaností. Import cizího zboží byl proto velice ztížen buď vysokými celními poplatky, nebo v mnohých případech i přímým zákazem dovozu určitých druhů zboží.

Firma Philips tyto problémy zcela logicky

řešila snahou vyvinout a uvést na dostupné trhy nové, žádanější výrobky. Rozšířila proto sortiment o jiné zboží, mezi nimž nechyběly ani rozhlasové přijímače. Vzorkový rozhlasový přijímač vlastní konstrukce a výroby představila firma Philips dokonce již na veletrhu spotřebního zboží v Utrechtu v roce 1927.

Během třicátých let se sortiment výroby rozšířil i o některé výrobky pro použití v domácnosti a těsně před druhou světovou válkou se v několika evropských velkoměstech objevily první televizní pokusné systémy této firmy. V roce 1939 představila firma Philips jeden z budoucích velice úspěšných výrobků – elektrický rotační holicí strojek s obchodním názvem Philishave. Tehdy ještě ve vejčité podobě a s jednou frézou.

V oboru osvětlovací techniky zavedla firma Philips začátkem třicátých let první nízkotlaké sodíkové výbojky, které byly charakteristické žlutooranžovou barvou světla a dosahovaly mimořádné světelné účinnosti, která činila až 200 lumenů na watt. Jejich zásadním nedostatkem však bylo velice špatné podání barev. Mimořádná světelná účinnost tento nedostatek sice značně kompenzovala, přesto se použitelnost těchto výbojek omezila pouze na osvětlování ulic a jiných veřejných prostranství, či na jiné speciální účely, kde dobré zobrazení barev nebylo tak důležité jako úspora elektrické energie.

Mezitím firma vyvinula nové typy výbojek, u nichž již podání barev bylo nesrovnatelně lepší a to při zachování zmíněné vysoké světelné účinnosti. Byly to vysokotlaké sodíkové výbojky, které jsou dodnes používány pro velice atraktivní osvětlování architektury i pro mnohé jiné účely. Použity jsou mimo jiné například pro osvětlení Eiffelovy věže v Paříži nebo pro osvětlení mostu Forth Bay ve Skotsku.

Do řady výbojek patří též vysokotlaké rtuťové výbojky, které firma Philips uvedla na trh v roce 1935 a které vyznačují intenzivní modrobílou světlo. Elektrický výboj ve rtuťových parách je totiž velice výhodným zdrojem světla, i když při nižším tlaku tvoří část zařízení okem neviditelné ultrafialové paprsky. Ty však lze použitím světloemitujících fluorescenčních materiálů, nanesených na svítící baňku či trubici, proměnit rovněž ve

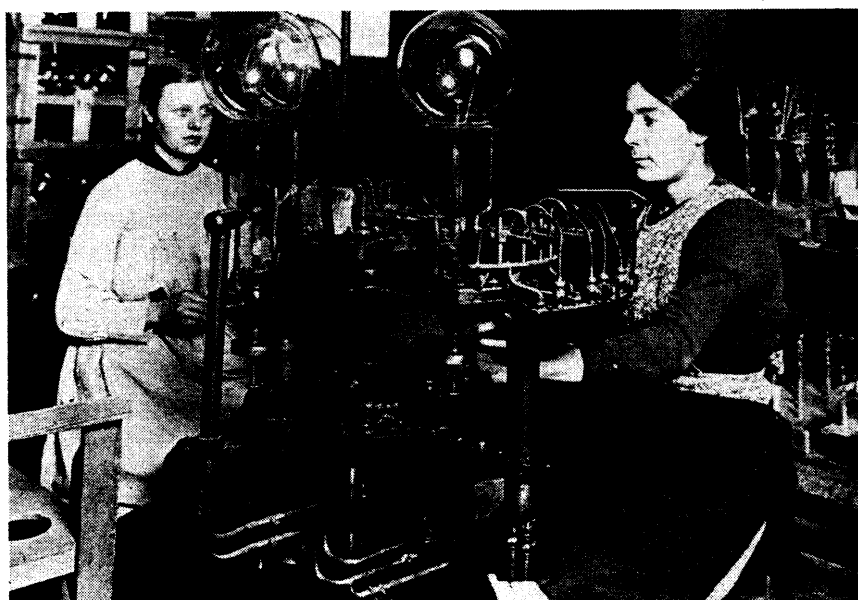
viditelné světlo. Tyto poznatky vedly v roce 1938 k úspěšnému vyřešení tzv. TL lampy, které se později u nás začalo říkat zářivka. V evropských zemích se však zářivky ve větším množství rozšířily až po druhé světové válce.

Během druhé světové války, v dubnu 1942, zemřel zakladatel firmy Gerard Philips. Jeho bratr Anton Philips, který od roku 1922, tedy od okamžiku, kdy Gerard odešel na odpočinek, byl předsedou společnosti a v roce 1936 byl jmenován presidentem společnosti, v roce 1939 postoupil místo svému zeti Fransi Ottenovi. Od roku 1939 až do své smrti v roce 1951 byl Anton Philips předsedou správní rady firmy.

V poválečných letech nebyly dlouho objeveny žádné nové principy přeměny elektrické energie na světelnou, kromě laseru, který však byl pro osvětlovací účely zcela nevhodný. V těchto letech se všichni výrobci, a pochopitelně také Philips, soustředili především na modernizaci a zlepšování stávající techniky i způsobu osvětlování.

Teprve v šedesátých letech se objevila novinka a to halogenové žárovky. Ty se uplatnily nejvíce na automobilovém trhu, neboť to byly žárovky napájené nízkým napětím. Halogenové žárovky měly proti standardním žárovkám dvě zásadní výhody. Jednak měly podstatně větší světelnou účinnost, která dosahovala 20 až 30 lumenů na watt, jednak měly i nesrovnatelně delší dobu života než běžně používané žárovky. Kromě toho měly velice malé rozměry a poskytovaly intenzivní světlo bílé barvy, což tvůrcům osvětlovacích těles přineslo možnosti neobvyklých experimentů.

V roce 1952 došlo u firmy Philips k určité organizační změně. Firma Philips a japonský koncern Matsushita vytvořili Joint-Venture pod názvem Matsushita Electronic Corporation. Pro firmu Philips bylo též velice významné, že bylo vytvořeno Evropské hospodářské společenství. Důvod byl prostý. Připomeňme si vývozní potíže v krizových třicátých letech, kdy firma z důvodu obtížného a místy nemožného exportu byla nucena své podniky decentralizovat a roztržiti je na řadu drobných výroben v nejrůznějších zemích. Nyní, v rámci EWG, bylo možno postavit velké továrny a výrobu tím po všech stránkách zracionalizovat.



Výroba žárovek „Halfwatt“ pro pouliční osvětlení okolo roku 1915

Počítačová technika, která postupně začala pronikat do všech odvětví, se uplatnila i ve vývoji nových materiálů pro fluorescenční osvětlovací tělesa, tedy pro zářivky. Za účinné pomoci počítačů se podařilo vyvinout nové fluorescenční materiály, které dovovaly větší zatížení a tudíž poskytovaly větší světelný výkon při menší spotřebě elektrické energie a současně zlepšovaly i barevné podání. V důsledku toho bylo možno zmenšit průměr zářivkových trubic z původních 38 mm na 26 mm, což znamenalo nejen úsporu místa při instalaci osvětlení, ale také úsporu materiálů při výrobě svítidel. Některé trubice bylo možno konstruovat dokonce s vnějším průměrem 10 až 12 mm, takže je bylo možno velmi snadno tvarovat a vytvářet z nich fluorescenční svítidla velice kompaktní a malá.

To vše vedlo pochopitelně k dalšímu rozšíření sortimentu osvětlovací techniky a k výraznému obohacení trhů.

Firma Philips byla již v té době všestranným výrobcem techniky pro domácnost a nabízela nejen sporáky, chladničky, mrazničky, žehličky, pračky a další nevypočitatelný

sortiment obdobných, v domácnosti používaných přístrojů. Rozšířila též nabídku svého oblíbeného holicího stroju Philipsave nejprve na dvoufrézkové a později třífrézkové provedení. Tyto přístroje začala vyrábět jak pro síťové, tak pro bateriové napájení a později i s napájením z vestavěných niklotadmiových akumulátorů s možností rychlého dobíjení jak ze světelné sítě tak i, v případě potřeby, z automobilové palubní sítě.

Neméně úspěšně si firma vedla a vede i na poli spotřební elektroniky. V její nesmírně široké nabídce nalezneme dnes řadu rozhlasových i televizních přijímačů, zesilovače, gramofony, magnetofony, videomagnetofony a další nejrůznější přístroje z této oblasti.

V roce 1979 získala firma Philips menšinový podíl na firmě Grundig a tento podíl pak v roce 1984 rozšířila. Je třeba říci, že firma velice dobře prosperovala až do začátku sedmdesátých let. Dokazuje to jednoduchá statistika: v roce 1950 činil roční obrát necelou miliardu guldenů, zatímco v roce 1970 činil obrát 15 miliard guldenů. V roce 1950 měla firma asi 90 tisíc zaměstnanců, v roce 1970 měla firma asi 400 tisíc zaměstnanců.

Ropná krize v roce 1973 přinesla firmě určité problémy, které byly navíc kombinovány s tvrdou a neúprosnou konkurencí zboží z oblastí dálného východu. Philips byl nucen zrušit nerentabilní menší provozy a těžiště výroby přesunout na rentabilnější velké továrny. V osmdesátých letech zaznamenala firma mírný pokles stavu svých zaměstnanců. Celkovou reorganizací se však stav stabilizoval a firma pokračuje v mnohaleté úspěšné cestě za spokojenými zákazníky.

Firma Philips se vývojově nadále zabývá osvětlovací technikou a připravuje nové systémy. Je to například Arena-Vision, systém pro osvětlování sportovních stadionů, dále pak náhrada žárovek v automobilových reflektorech výbojkami s daleko lepšími světelnými parametry a nelze zapomenout ani na svítidla, pracující na indukčním principu.

Ani v oblasti spotřební elektroniky nezůstává Philips pozadu. Připomeňme si zavedení digitálních desek v roce 1983, které právě tato firma uvedla na trh a v letošním roce představuje kompaktní kazetu s digitálním záznamem. Svůj podíl má i na systému televizního vysílání s velkou rozlišovací schopností.

Hofhans

NÍZKOFREKVENČNÍ ZESILOVAČE

Nf zesilovač s DO

Ing. Jaroslav Belza

1. Celková koncepce

V příspěvku je popsán zesilovač s dálkovým ovládáním. Při jeho konstrukci jsem byl veden snahou dosáhnout nejen pohodlné obsluhy přístroje, ale i „slušných“ parametrů.

Analogová část je řešena celkem klasickým způsobem, všechny potenciometry jsou však nahrazeny odporovým žebříčkem, který tvoří dělič s mnoha odbočkami a místo běžce potenciometru je použit analogový multiplexer, který přepíná jednotlivé odbočky tohoto děliče. Přepínač vstupů je také nahrazen analogovým multiplexerem. Tyto multiplexery jsou řízeny jednočipovým mikropočítačem. Mikropočítač zpracovává povely místního a dálkového ovládání. Kromě multiplexerů řídí ještě zapnutí a vypnutí přístroje, připojení dvou sad reproduktorů a vysílání subpovelu – povelu pro ovládání dalších zařízení (subsystémů), připojených k zesilovači. Dálkové ovládání (dále DO) je klasické s přenosem impulsů v oblasti infračerveného záření. K přístroji byl vyvinut velmi citlivý přijímač dálkového ovládání, neboť na rozdíl od televizoru nemusí být na zesilovač přímý výhled z místa obsluhy.

Na zesilovači jsem naměřil tyto parametry:

Předzesilovač

Zkreslení: 0,006 %, (vstupní signál 1 V/1 kHz, spektrum omezeno na 80 kHz).
Odstup cizích napětí: 79 dB,
odstup rušivých napětí (křivka „A“): 88 dB.

Předzesilovač pro magnetodynamickou přenosku

Zkreslení (při 1 V na výstupu): 0,02 %.
Šumové napětí přepočtené na vstup:
– zkrat 1,2 μV (0,55 μV – „A“),
– náhradní zátěž IHF 1,4 μV (0,8 μV – „A“).

Koncový zesilovač

Výstupní výkon (zkreslení) zátěž:
21 W (0,09 %) 8 Ω,
27 W (0,23 %) 4 Ω,
(výkon měřen jen v jednom kanále – druhý byl bez zátěže).
Odstup proti plnému výkonu: 85 dB (92 dB – „A“).

Příkon celého přístroje

V režimu STANDBY: 2,5 W,
zapnuto – bez signálu: 8,5 W,
zapnuto – výstupní výkon 2 × 20 W (zátěž 4 Ω): 80 W.

Jednotlivé obvody, použité v zesilovači, vznikly postupně během několika posled-

ních let. Nejdříve jsem postavil elektronicky přepínač vstupů s obvody CMOS. Pak můj přítel, Petr Obešlo, zhotovil regulátor hlasitosti s obvody MAC16, řídicí logika byla s obvody TTL. Přednosti byly zjevné, zvláště v porovnání se zesilovači se záhy „chrastícími“ potenciometry. Jistý problém působila citlivost řídicí logiky na rušivé impulsy. Cvaknutí pistolovou páječkou v blízkosti zesilovače zpravidla zcela změnilo nastavení řídicího čítače. Řídicí logika s obvody CMOS již pracovala bez závad. Nastavení hlasitosti v šestnácti krocích po 3 až 5 dB se ukázalo dostatečné a proto byl tento regulátor použit v popsané konstrukci.

Odtud již nebylo daleko k myšlence řídit všechny funkce elektronicky – tak vznikl zesilovač ovládaný pouze tlačítky. Jeho složitost však již byla na hranici amatérských možností, neboť kromě analogové části obsahoval asi 50 integrovaných obvodů.

Elektronické řízení přímo vybízelo k použití dálkového ovládání (dále DO). Integrovaný obvod U807D používaný jako vysílač DO se ukázal vhodný pro dané použití, neboť je navržen celkem univerzálně, ale obvod U806D, který je používán jako dekodér DO v televizorech a má většinou „analogové“ výstupy pro prvky řízené napětím, se do použité koncepce nehodil. Postavil jsem proto dekodér DO z obvodů CMOS. Pro konstrukci zesilovače to znamenalo navíc dalších 15 až 20 integrovaných obvodů podle rozsahu funkcí DO. Bylo jasné, že tudy cesta nevede.

Protože jsou speciální obvody pro tuzemského kutila většinou nedostupné, zbyla tu

ještě možnost nahradit alespoň část řídicí logiky mikropočítačem. Jako vhodný se ukázal jednočipový mikropočítač typu 8748. Ke své funkci nepotřebuje žádné další podpůrné obvody. Až na obvod oscilátoru se navenek může chovat zcela „staticky“. Tím se omezí rušení na minimum, protože sběrnice mikropočítače, která je největším zdrojem rušení, není ven vůbec vyvedena.

Program mikropočítače nahradil celou řídicí logiku zesilovače a navíc umožnil vylepšit celou řadu obvodů, na což nebylo původně ani pomyšlení. Takto pojatý zesilovač se svou složitostí opět dostal pod mez možností amatérské realizace.

Všechny analogové funkce jsou řízeny po skocích prostřednictvím analogových multiplexerů. Je to snad jediný způsob, jak dosáhnout slušných parametrů zesilovače bez použití mechanických prvků. Běžné elektronické potenciometry, představované například obvody A273D, A274D či MDA4290, mají malou přebuditelnost a malý odstup signálu od šumu. Rovněž poměrně značné zkreslení jimi zpracovávaného signálu je předurčuje k použití pouze v zařízeních s malými nároky na kvalitu.

V některých zařízeních se používá ještě jeden zajímavý způsob ovládání. Dálkové ovládání řídí malý motorek, který prostřednictvím převodu přes třecí spojku otáčí hřídel potenciometru. Hřídel potenciometru je vyveden na ovládací knoflík. Tento způsob, který by asi jako jediný uznali vyznavači kvality High-End, je však náročný po mechanické stránce a vyžaduje kvalitní potenciometri.

Analogové multiplexery obsahují i kvalitnější obvody pro elektronické řízení. Jedná se o složitější obvody, které obsahují i odporový žebříček a oddělovací zesilovače. Odporový žebříček bývá dvojitý – pro hrubé a jemné nastavení. Jsou zpravidla přizpůsobeny pro ovládání pomocí mikropočítače přes sběrnici C-bus nebo podobnou.

V Československu jsou dostupné dva typy analogových multiplexerů. Jsou to za prvé analogové multiplexery MOS, představované typy MAB(MAC)16, 24 a 28, za druhé integrované obvody CMOS typu 4051 až 4053. Použití každého z nich má své výhody a nevýhody. Multiplexery MOS mohou zpracovávat větší analogové signály, při napájecím napětí ± 15 V asi 7 V (efektivní napětí). Napájecí napětí může být shodné s napájecím napětím pro operační zesilovače. Ovládací vstupy jsou slučitelné s logikou TTL i CMOS.

Multiplexery CMOS mají zpravidla zase menší odpor sepnutého kanálu. Velikost zpracovávaného signálu je omezena jen zachytnými diodami na vývodech součástky. Při napájecím napětí ± 7 V je maximální možná efektivní velikost signálu asi 5 V. Mezní velikost napájecího napětí je 18 V, popř. ± 9 V. Obvody však vyžadují vstupní logické úrovně CMOS, které jsou 0 až 30 % napájecího napětí pro log. 0 a 70 až 100 % pro log. 1. Na nezatíženém výstupu mikropočítače je při log. 1 prakticky plně napájecí napětí – tj. 5 V. Z těchto důvodů, pokud nepoužijeme převodníky úrovně, smí být kladné napájecí napětí navazující logiky CMOS maximálně 7 V.

V konstrukci jsem dal přednost multiplexérům CMOS, pro které jsou také navrženy desky s plošnými spoji (především pro jejich menší odpor sepnutého kanálu).

Dále je popsána praktická realizace zesilovače. Schémata zapojení jsou kreslena tak, aby byla co nejprehlednější. Platí to zejména o indikačních obvodech, které jsou kresleny jako kompletní obvod, i když je zpravidla část obvodu umístěna na desce s plošnými spoji mikropočítače a část na desce s plošnými spoji, která je součástí předního panelu přístroje.

2. Ovládání zesilovače

2.1 Řídicí mikropočítač

Zapojení mikropočítače

Všechny logické funkce kromě ochrany reproduktorů zajišťuje v zesilovači jednočipový mikropočítač MHB8748. Zapojení mikropočítače je na obr. 1. Pro přehlednost jsou na obrázku naznačeny i obvody, které jsou pak z části na společné desce s plošnými spoji.

V oscilátoru mikropočítače (C1, C2, C3 a L1) je použit obvod LC. Pro správnou činnost dekodéru dálkového ovládání musí být jeho kmitočet 15/16 kmitočtu oscilátoru vysíláče DO. Kmitá-li oscilátor DO na kmitočtu 3,6 MHz, nastavíme oscilátor mikropočítače na 3,375 MHz. Nastavení není kritické, správná funkce je zajištěna i při odchylkách do 14 %. Z těchto důvodů se použití krystalu v oscilátoru jeví jako zbytečné. Kmitočet oscilátoru můžeme změnit čítačem v měřicím bodě MB1. Použití čítače však není nutné. Pro snadné nastavení vzájemného poměru kmitočtů byl software mikropočítače doplněn o krátký podprogram, jehož vyvolání a použití bude popsáno dále.

Přijímač dálkového ovládání je připojen na vstup INT. Každý impuls na tomto vstupu vyvolá přerušování a mikropočítač zkoumá, zda se jedná o povel. Tato část programu je velmi důkladná, protože na výstupu přijímače DO se může vyskytnout řada rušivých impulsů. Rozsvítíme-li například světlo v blízkosti přijímače DO, objeví se na jeho výstupu celá přehrále impulsů. Rovněž zpracovává-li přijímač velmi slabý signál na hranici citlivosti, mohou některé impulsy chybět, nebo se naopak objeví falešné impulsy. Občas se při intenzivnějším okolním osvětlení objeví na výstupu přijímače impuls – to když vlastní šum přijímače překročí práh citlivosti detektoru. Program mikropočítače počítá impulsy na vstupu INT a zjišťuje, zda je jich správný počet a zda je jejich vzdálenost v patřičné časové toleranci. Povel se uzná za správný teprve tehdy, byl-li bez chyby přijat dvakrát za sebou.

Integrovaný obvod U807D vysílá opakovaně povel po celou dobu stisknutí tlačítka. Poslední vysílání povelu však nemusí být ukončeno. I při krátkém stisku tlačítka je povel vyslán nejméně dvakrát a můžeme proto kontrolu na opakování povelu použít.

Ukázalo se, že žádná z těchto kontrol není schopna sama o sobě zajistit 100% bezchybný příjem. Teprve použití všech splnilo požadavky na spolehlivost přenosu.

Mikropočítač nemá žádné vstupy pro připojení tlačítek místního ovládání. Proto pro místní ovládání (MO) musíme také použít obvod U807D a to ve funkci kodéru. Povele

se nepřenesají prostřednictvím infračerveného záření, ale obvod je navázán přímo na přijímač DO. Protože signál MO je velmi silný, zmenší smyčka AVC zisk přijímače DO a ten přestane prakticky reagovat na signály DO. Takto je přirozeným způsobem zajištěna priorita místního ovládání. Nechcete-li mít u zesilovače DO, není třeba stavět poměrně složitý přijímač. Pro připojení MO stačí jednoduchý obvod, který je na obr. 2. Zajišťuje nezbytnou inverzi signálu a převod impulsu typu „burst“ na hladký impuls. Obvod je zapojen místo přijímače DO, který ho může později jednoduše nahradit.

Vyhodnotí-li mikropočítač přijatý povel DO jako správný, předá jej k dalšímu zpracování. Z povelu DO se vypočítá adresa do převodní tabulky, kde je na této adrese číslo výkonného povelu. Převodní tabulka je uložena v paměti ROM jako část programu mikropočítače a přiřazuje konkrétnímu tlačítku MO nebo DO konkrétní funkci. Jak vyplnit tuto tabulku je popsáno v druhé kapitole, v článku 3.

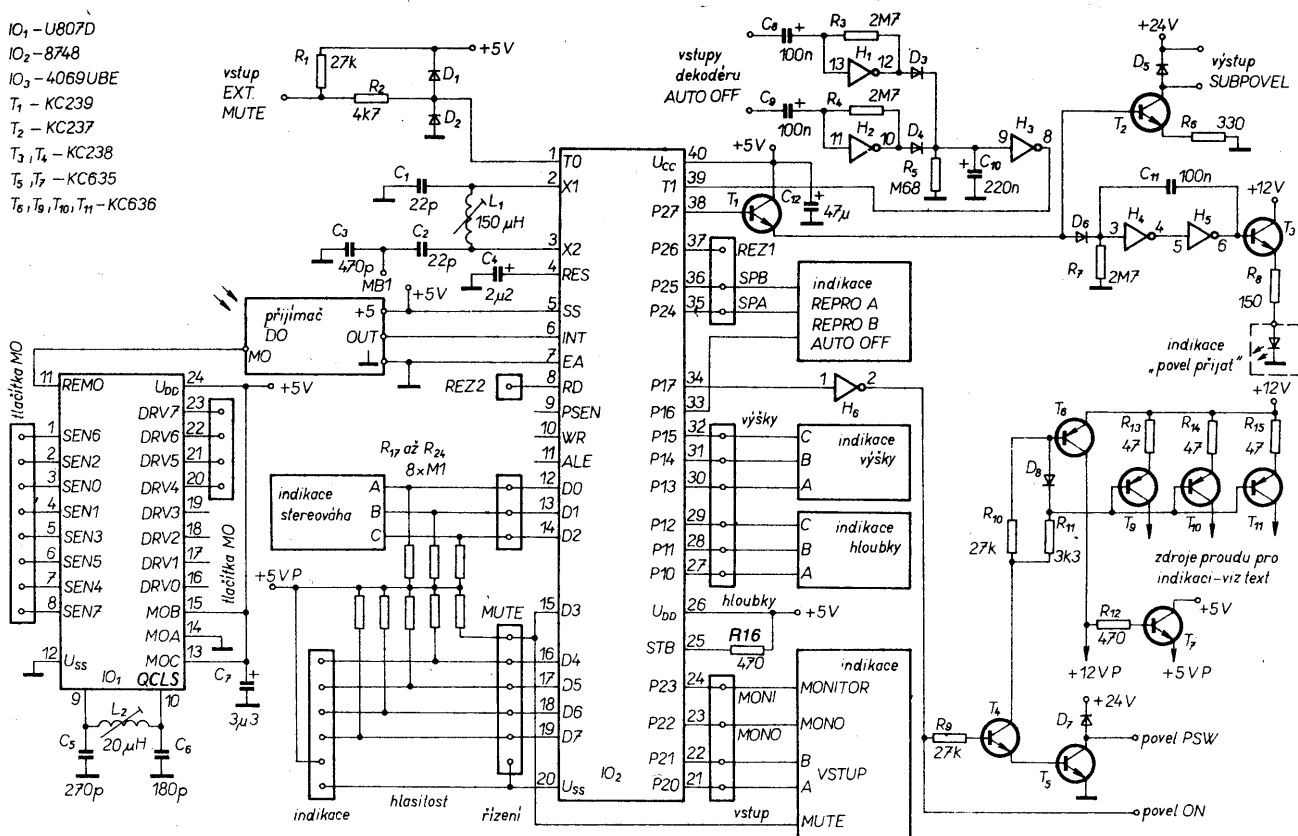
Všechny tři porty mikropočítače jsou použity jako výstupní s výjimkou P17 pro ovládání zapnutí zesilovače. Na těchto portech jsou data pro řízení analogových multiplexerů a jednotlivých funkcí, dále pak indikace funkce AUTO OFF a sdružený výstup pro indikaci vykonání povelu a ovládání subsystému. Výstupní napětí na nezatíženém vývodu portu P1 a P2 se blíží 0 V pro log. 0 a 5 V pro log. 1 – to však neplatí pro port BUS, na kterém je pro log. 1 napětí asi 3,5 V. Protože pro řízení obvodů CMOS potřebujeme co největší napětí na výstupu – pokud je na něm úroveň log. 1 – jsou vývody tohoto portu (DO až D7) připojeny na +5 V přes rezistor s odpory 10 až 100 k Ω .

Data pro řízení multiplexerů jsou vždy v pozitivní formě. Například pro řízení hlasitosti (D4 až D7) odpovídá stavu výstupů 0000 nejmenší hlasitost, stavu 1111 největší. Možné stavy výstupů pro řízení multiplexerů jsou v tabulce 1. Výstupy jednotlivých funkcí jsou všechny inverzní. Zvolíme-li například funkci MONO, přejde příslušný výstup mikropočítače (P22) z log. 1 do log. 0.

Mikropočítač je vybaven indikací povelu. Tato indikace je výhodná, protože vykonání některých povelů není na první pohled patrné. Proto vykoná-li počítač úspěšně nějaký povel, objeví se na vývodu P27 krátký impuls. Tento impuls je přes tranzistor T1 a diodu D6 přiveden na monostabilní klopný obvod z invertorů H4 a H5, který jej prodlouží na dobu asi 0,2 sekundy. Přes tranzistor T3 se po tuto dobu rozsvítí příslušná indikační dioda LED. Při ovládání subsystému se na vývodu P27 objeví skupina impulsů. Tranzistor T2 je zapojen jako budič proudové smyčky, po které se přenáší povel pro subsystém. Popis ovládání subsystému je v druhé kapitole, v článku 4.

Je-li realizován reset, jsou všechny porty mikropočítače ve stavu log. 1. Aby nedošlo k byt krátkodobému zapnutí zesilovače po připojení napájecího napětí, je i vývod P17, který ovládá připojení napájecího napětí pro analogovou část, aktivní v log. 0. Zapneme-li zesilovač povel ON, přejde tento vývod ze stavu log. 1 do stavu log. 0. Za invertorem H6 se objeví log. 1, tranzistory T4 a T5 se otevřou a sepnou napájecí zdroj pro analogovou část zesilovače (povel PSW). Tranzistor T5 je dimenzován tak, aby mohl ovládat relé, připojené na napětí +12 nebo +24 V. Místo relé může být použit tranzistorový spínač, pak je možno diodu D7 vypustit. Signál z invertoru H6 (povel ON) je přiveden rovněž do obvodu pro odpojování reprodu-

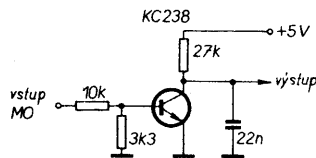
IO₁ - U807D
 IO₂ - 8748
 IO₃ - 4069UBE
 T₁ - KC239
 T₂ - KC237
 T₃, T₄ - KC238
 T₅, T₇ - KC635
 T₆, T₈, T₁₀, T₁₁ - KC636



Obr. 1. Zapojení mikropočítače

torů, kde zajistí jejich zpožděné připojení, a do obvodu indikace stavu zesilovače. Popis těchto obvodů je v třetí kapitole, v článku 3 a v druhé kapitole, v článku 1.

Proud procházející kolektorem tranzistoru T₄ sepne přes rezistor R₁₀ pomocí tranzistoru T₆ pomocné napětí 12 V. Z tohoto napětí se dále přes rezistor R₁₂ otevře tranzistor T₇, který připojí pomocné napětí 5 V. Pomocná napětí se používají pro napájení indikačních obvodů. Příklad rezistor R₁₁ se vytvoří potřebné předpětí na diodě D₈ a přechodu B-E tranzistoru T₆ pro proudové zdroje s tranzistory T₉, T₁₀ a T₁₁. Proudové zdroje se používají pro napájení diod LED při indikaci hloubek, výšek a stereofonní váhy – viz dále obr. 5 nebo 6. Aby byla zajištěna správná činnost celého obvodu, je třeba, aby proudové zdroje byly zatíženy – alespoň zkratem na zem. Proud dodávaný zdroji je



Obr. 2. Připojení místního ovládání

asi 12 mA a jeho velikost je možno upravit změnou odporu rezistorů R₁₃ až R₁₅.

Připojíme-li napájecí napětí na mikropočítač, případně skuteční-li se reset krátkodobým zkratováním kondenzátoru C₄, testuje

se v inicializační části programu stav vývodů T₀ a P₁₇. Nejdříve se otestuje vstup T₀. Je-li tento vstup ve stavu log. 0, vyvolá se programová sekvence, která umožňuje přesně nastavit vzájemný poměr kmitočtů oscilátoru vysíláče DO či MO a oscilátoru mikropočítače. Rozsvítí se indukční prvky zesilovače a na displeji pro hlasitost se zobrazí číslo 1. Po stisknutí tlačítka jakéhokoli povelu se na displeji objeví číslo, z něž lze usuzovat na nastavení kmitočtů. Je-li toto číslo menší než 7, je kmitočet oscilátoru mikropočítače příliš nízký nebo kmitočet oscilátoru vysíláče příliš vysoký. Pokud se zobrazí číslo větší než 8, je tomu právě naopak. Správná funkce DO a MO je zajištěna, zobrazí-li se číslo 7 nebo 8. Otáčením jádra cívky oscilátoru nastavíme takový kmitočet, kdy přeskakují číslice 7 a 8 – pak je poměr kmitočtů nastaven nejpřesněji. Jestliže se na vstupu T₀ objeví

Tabulka 1. Výstupní kódy pro řízení analogových multiplexerů

Hlasitost

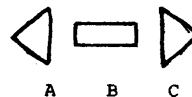
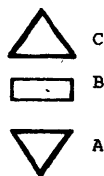
výstup mikropoč. D7 D6 D5 D4	displej	poznámka
1 1 1 1	16	nejvyšší hlasitost
1 1 1 0	15	
1 1 0 1	14	
0 0 1 1	4	střed
0 0 1 0	3	
0 0 0 1	2	
0 0 0 0	1	
		nejnižší hlasitost

Přepínání vstupů

výstup mikropoč. P21 P20	poznámka:
0 1	vstup číslo 1
1 0	vstup číslo 2
1 1	vstup číslo 3
0 0	vstup číslo 4

Hloubky, výšky, stereováha

výstup mikropoč. P12 P11 P10 P15 P14 P13 D2 D1 D0	displej svítí LED:	poznámka hloubky výšky stereováha
1 1 1	C	signal max. (vpravo)
1 0 1	B C	
0 1 1	B C	
0 0 1	B	střed
0 1 0	A B	
1 0 0	A B	
1 1 0	A	signal min. (vlevo)



log. 1, končí tento „servisní mód“ a program se vrátí zpět do inicializační části.

Na konci inicializační části se testuje vývod P17. Tento vývod byl předem nastaven do log. 1. Je-li na tomto vývodu log. 1, přejde zesilovač do režimu STANDBY. Pak pracuje pouze přijímač DO a mikropočítač, který čeká na povel ON. Je-li na vývodu P17 log. 0, provede se povel ON a zesilovač zůstane zapnut. Toho můžeme využít, má-li síťový spínač mžikový kontakt. Zapojíme-li tento kontakt tak, aby v okamžiku zapnutí zesilovače připojil vývod P17 na zem, zesilovač se zapne.

Všechny povelů pro zesilovač jsou vykonány ihned, jakmile byly přijaty. Výjimkou je povel OFF, který se vykoná, až když je přijat po čtvrté. Pro vypnutí zesilovače je tedy třeba podržet tlačítko s funkcí OFF déle – asi 0,5 sekundy. Při stisknutí tohoto tlačítka na kratší dobu se zesilovač nevypne, ale zařadí se funkce automatického vypnutí (AUTO OFF). Tato funkce vypne zesilovač, pokud je asi 5 minut bez signálu. Zařazení této funkce je indikováno logickou nulou na vývodu P16 mikropočítače.

Po spuštění této funkce se začne pomalu zmenšovat obsah čítače, zajišťujícího časování. Při jeho vyprázdnění se zesilovač vypne. Část programu zajišťující tuto funkci testuje stav vstupu T1. Objeví-li se na tomto vstupu log. 0, je čítač funkce AUTO OFF nastaven znovu na maximální hodnotu.

Vstup T1 mikropočítače je připojen na výstup detektoru signálu. Nízkofrekvenční signál je přiveden z předzesilovače, kde je odbočen těsně před regulátorem hlasitosti. Každý kanál má svůj pomocný zesilovač z hradel H1 a H2. Diody D3 a D4 slouží k usměrnění signálu, jeho sloučení a stejnosměrnému posuvu. Hradlo H3 má funkci stejnosměrného zesilovače a invertoru. V klidovém stavu je na jeho výstupu log. 1. Když je přiveden na vstup kteréhokoli pomocného zesilovače nízkofrekvenční signál větší než 30 mV, zvětší se napětí na filtračním kondenzátoru C10 nad úroveň překlopení hradla H3. Na jeho výstupu se objeví log. 0 a čítač funkce AUTO OFF je nastaven na maximální čas.

Pomocný zesilovač využívá tři invertory z IO3. V zapojení je třeba použít obvod 4069UBE. Důležité je písmeno U za typovým číslem. Invertor u takto značeného obvodu je tvořen pouze jedinou komplementární dvojicí tranzistorů MOS. Napěťové zesílení této dvojice je nevelké (asi 30) a invertor zůstává stabilní i v analogovém režimu. Integrovaný obvod bez označení U má vnitřní strukturu složitější. Obsahuje tři dvojice tranzistorů zapojené jako tři invertory za sebou. Obvod je sice pomalejší, má však větší logický zisk. Jako analogový zesilovač není vhodný, protože se po zavedení zpětné vazby ochotně rozkmitá.

Další funkcí zesilovače je externí umlčení signálu. Přejde-li vstup T0 mikropočítače z log. 1 do log. 0, bude signál umlčen podobně jako povelom MUTE. Této funkce můžeme využít rozmanitým způsobem. Já ji používám ve spojení s telefonem – při zvednutí sluchátka zesilovač ztichne. V nejjednodušším případě to může být realizováno tak, že připevníme k telefonu kontakt, který se sepe po zvednutí sluchátka. Tento kontakt spojí EXMUTE na zem zesilovače. Při přechodu vstupu EXMUTE z log. 0 a log. 1 se umlčení signálu zruší, rovněž tak po stisknutí tlačítka s funkcí MUTE. Na rozdíl od funkce MUTE funkce EXMUTE nezrušíme stisknutím tlačítka pro změnu hlasitosti.

Vývod č. 8 (RDN) se v popsaném zapojení používá jako výstup povelu RESERVA 2. K jeho využití vedla potřeba co nejvíce rozšířit počet výstupů zesilovače.

Ze zbylých vývodů mikropočítače bych se chtěl zastavit zvláště u vývodu číslo 25, označeného STB. Tento vývod je určený pro ovládání expandéru 8243 a ve speciálním režimu pro čtení vnitřní paměti ROM. Při vyvíjení programu na mikropočítači 8035 docházelo totiž k záhadným poruchám ve funkci mikropočítače. Například dotyk prstu na izolovanou (!) část pouzdra způsobil vždy „zabloudění“ programu. Po delším zkoušení jsem zjistil, že stačí připojit vývod STB přes rezistor ke kladnému napětí a porucha zmizí. Nevím, zda se tento jev vyskytuje i u mikropočítače 8748 (je vyráběn jinou technologií než typy 8035 a 8048), použití rezistoru však není na závadu.

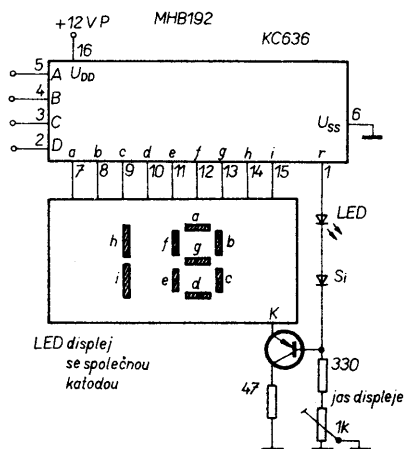
Kondenzátor C4, připojený k vývodu RES, zajišťuje reset mikropočítače po připojení napájecího napětí. Vývod EA určuje, že se program čte z vnitřní paměti EPROM. Vývody PSEN, WR a ALE nejsou v zapojení použity. Vývod číslo 26 pro napájení vnitřní paměti RAM je spojen s vývodem č. 40.

Indikační obvody

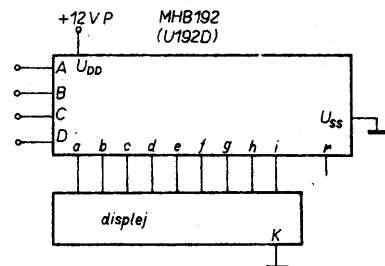
U klasického zesilovače stačí k indikaci nastavení zesilovače ryska na knoflíku potenciometru, rovněž stav přepínačů je zřejmý podle hloubky zasunutí tlačítek. Při použití elektronického řízení není však stav ovládacích prvků na první pohled patrný, a proto jsou indikační obvody důležitou součástí zesilovače.

Při konstrukci jsem se snažil, aby řídicí elektronika nebyla zdrojem rušení pro zesilovač a připojené přístroje. Proto jsou všechny indikační obvody řešeny jako statické, i když například multiplexně řízený displej by obvody indikace značně zjednodušil. Vzhledem k omezenému počtu výstupů mikropočítače bylo nutno sloučit výstupy pro výkonné prvky (multiplexery) a pro indikaci, případně rozšířit počet výstupů mikropočítače – například pomocí expandéru 8243. V popsané konstrukci jsem se rozhodl pro první možnost. V některých případech to znamenalo úpravu ovládacích kódů. Protože jsem si vědom, že každý bude mít na způsob indikace odlišný názor, předkládám v některých případech několik variant.

Hlasitost je řízena v šestnácti krocích. K indikaci jsem použil obvod U192D (popř. MHB192), který na jedenapůlmístném displeji zobrazuje čísla 1 až 16. Doporučené zapojení obvodu je na obr. 3. Obvod je určen pro napájecí napětí 10,8 až 15 V. Obvod, který jsem měl k dispozici, pracoval již od 4,5 V. Při napájecím napětí 5 V byl schopen budit segmenty displeje proudem asi 7 mA. Použil jsem jej proto ve značně zjednoduše-



Obr. 3. Doporučené zapojení obvodu U192

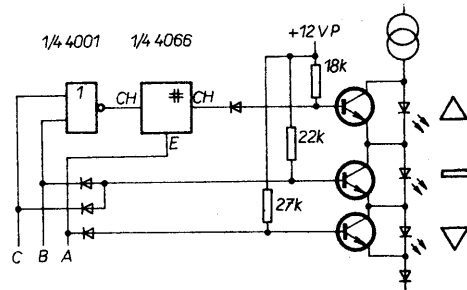


Obr. 4. Zjednodušené zapojení MHB192

ném zapojení (podle obr. 4). Jako dekodér je možno použít také vhodné naprogramovanou paměť PROM MH74188. Pokud bude použita, doporučuji zmenšit jí napájecí napětí několika sériově zapojenými diodami. Značně se tím zmenší odběr proudu a ještě při napětí 3 V jsou její výstupy schopné přímo budit displej. Další možností je indikovat hlasitost řadou svítivých diod.

Hloubky, výšky a stereofonní váhu je možno nastavit v sedmi krocích. Způsob ovládání těchto funkcí je stejný, stejně jsou i obvody indikace.

Pro řízení jsem použil posloupnost 6-4-2-1-3-5-7. Tato posloupnost umožňuje snadno rozmístit součástky okolo analogového multiplexeru a jednoduchý indikační obvod. Tento obvod rozlišuje střed nastavení, krajní polohy a polohy mezi krajem a středem. Indikace není úplná, což není v praxi na závadu. Dekodér pro tuto indikaci, tak, jak byl původně navržen, je na obr. 5. Toto



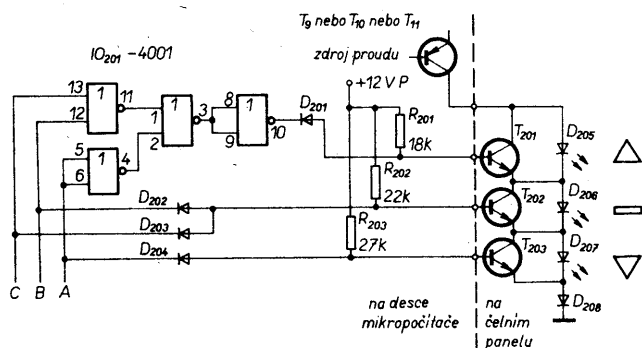
Obr. 5. Dekodér pro indikaci hloubek, výšek a stereováhy

zapojení můžete s výhodou použít, pokud postavíte řídicí mikropočítač a obvody indikace na univerzální desce. Ukázalo se totiž, že je snad nemožné navrhnout pro toto zapojení „rozumnou“ jednostrannou desku s plošnými spoji. Proto bylo zapojení dekodéru upraveno podle obr. 6. Zvětší se tak sice počet použitých IO, ale návrh plošných spojů se značně zjednoduší.

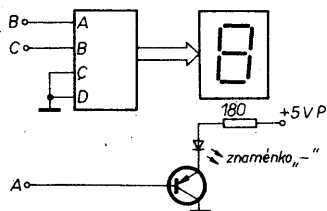
Chcete-li úplnou indikaci, můžete použít zapojení podle obr. 7. Displej zobrazuje čísla od -3 do +3. Indikace řadou diod LED je možná podle zapojení na obr. 8. Napájení diod LED uvedených IO bez problémů zvládne, proud procházející sepnutým kanálem musí však téci od vývodu COM k příslušnému vývodu Q. Teče-li proud opačným směrem a úbytek napětí na sepnutém kanálu dosáhne asi 0,5 V, zvětší se spotřeba proudu obvodem, prakticky z nuly až na několik desítek miliampér.

Obdobně je řešena indikace zvoleného vstupu. Dekodér rozsvítí vždy jednu ze čtyř diod LED, které jsou umístěny na předním panelu zesilovače. U každé svítivé diody je nápis, o jaký vstup se jedná. Pokud chcete indikovat zvolený vstup číslem na displeji, doporučuji zapojení podle obr. 9. Předřazené hradlo NOR překóduje číslo 0 na 4, takže displej ukazuje čísla vstupů 1 až 4.

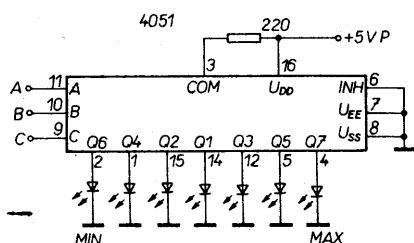
Indikační obvody v zesilovači jsou zapojeny tak, že každý proudový zdroj napájí větší množství diod LED. Diody jsou zapojeny



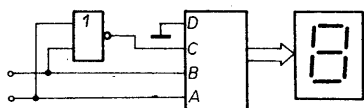
Obr. 6. Upravený dekodér pro indikaci hloubek, výšek a stereofonní váhy



Obr. 7. Dekodér zobrazující čísla od -3 do +3



Obr. 8. Indikace pomocí řady diod LED



Obr. 9. Indikace zvoleného vstupu číslem

v sérii a ty, které nesvíti, jsou zkratovány tranzistorem. Konkrétní zapojení, použité v popsané konstrukci, je na obr. 10. Toto řešení je sice obvodově složitější, ale značně šetří napájecí zdroj, neboť se vyhneme ztrátám na rezistorech, zapojených v sérii s diodami LED. Ze zapojení je zřejmé, že může být rozsvíceno až sedm diod LED, napájených jedním proudovým zdrojem (tranzistor T117).

Zapnutí zesilovače je indikováno dvoubarevnou diodou LED. V pohotovostním stavu (STANDBY) svítí mírně červená. Po zapnutí se červená rozsvítí plným jasnem. Po připojení reproduktorů se barva diody změní na zelenou. Odpojí-li se reproduktory vlivem poruchy zesilovače (nebo při přivedení stejnosměrného signálu na vstup), rozsvítí se opět červená dioda. Zapojení obvodu realizujícího tuto funkci je na obr. 11. Zapojení je opět navrženo tak, aby maximálně šetřilo napájecí zdroj. Proud procházející indikačními diodami v tomto případě odlehčuje zdroj +5 V – část napájecího proudu pro mikropočítač neprochází stabilizátorem, ale diodami LED.

Mikropočítač je postaven na desce s plošnými spoji podle obr. 12, rozmištění součástek na desce je na obr. 13. Deska s plošnými

spoji slouží k umístění mikropočítače – viz obr. 1 a části indikačních obvodů z obr. 6 a 10. Obvod z obr. 6 je v zapojení použit třikrát. Součástky tohoto obvodu začínají postupně číslem 200 (stereofonní váha), 300 (hloubky), 400 (výšky).

Program mikropočítače

Program pro řízení zesilovače byl napsán v assembleru a přeložen na křížovém překladači. Program byl zkušěn na pokusné desce s obvodem 8035. Místo vnější paměti ROM jsem použil simulátor. Simulátor paměti ROM mám postavený na bázi mikropočítače (PMI 80 se Z80), který je doplněn deskou, simulující paměť EPROM. Výpis programu je v tab. 2.

Povely pro ovládání zesilovače

Nejdříve jsou popsány povely pro ovládání zesilovače, které se realizují vždy, když je zesilovač zapnut – nezávisí na nastavení subsystému.

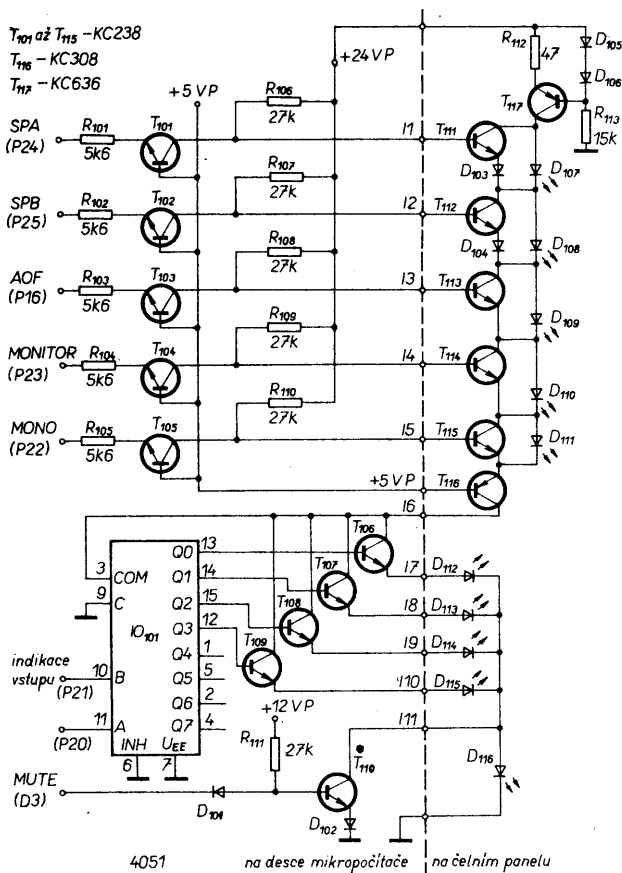
NORM

Normování. Po povelu se nastavuje hlasitost na „5“, tj. 04H, pokud je větší. Dále se nastavují hloubky, výšky a stereofonní váha do střední polohy. Ruší se MONO a MUTE. Co je míněno jako střední poloha, je uloženo na adrese 0E3H.

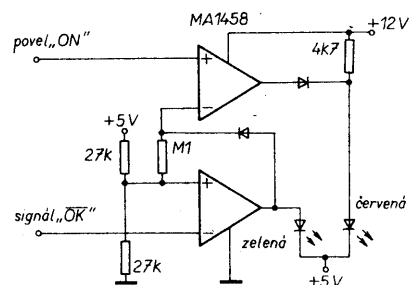
VOLUME+, VOLUME-

Zvětšení (zmenšení) hlasitosti o 1, není-li dosaženo maximální (minimální) hodnoty. Při podržení tlačítka začne automaticky krokovat. Ruší nastavení MUTE.

BAS+, BAS-, TRE+, TRE-, BAL R, BAL L
Změna nastavení hloubek, výšek a stereofonní váhy o jeden krok. Automaticky krokuje.



Obr. 10. Zapojení části indikačních obvodů



Obr. 11. Indikace zapnutí a stavu zesilovače

INP+, INP-

Přepnutí na další vstup. Přepíná kruhově, tj. nezastaví se na posledním (prvním) vstupu.

MONITOR

Připojení nebo odpojení vstupu MONITOR.

SPEAKERS A, SPEAKERS B

Připojení/odpojení reproduktorů A nebo B.

SPEAKERS A/B

Krátký stisk tlačítka připojí nebo odpojí reproduktory A, další stisk reproduktory B.

MONO

Zapnutí nebo vypnutí mono.

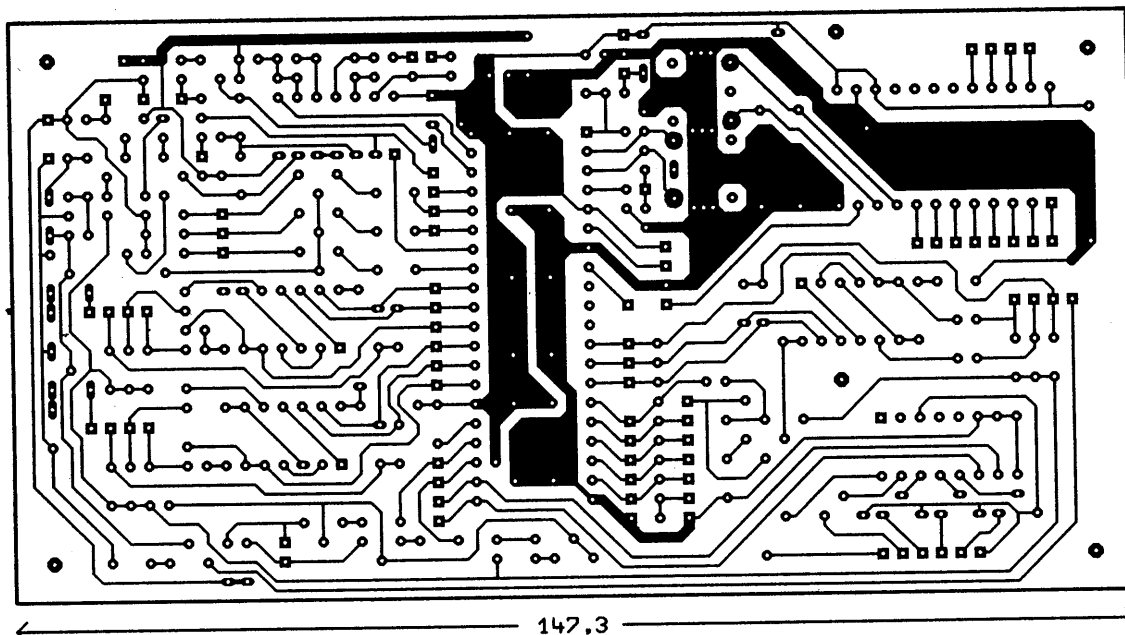
MUTE

Umlčení nebo zrušení umlčení signálu. Po příjmu tohoto povelu se zruší i umlčení od vnějšího zařízení.

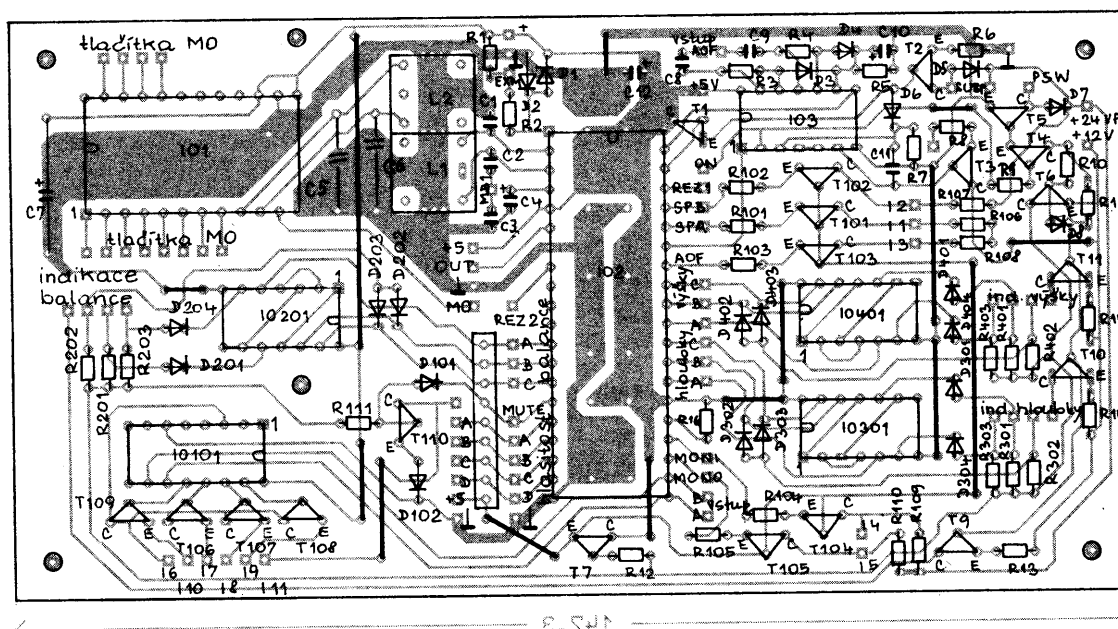
SET MAX VOLUME

Nastaví právě nastavenou hlasitost jako ma-

Obr. 12. Deska s plošnými spoji mikropočíta-
če (Z218)



Obr. 13. Rozmístění součástek na desce
Z218 mikropočítače



Adresa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	===ASCII DUMP===
000	27	04	7D	C5	AE	04	1D	65	C5	AE	27	2C	03	F9	96	28	'.)E...eE.',.y.(
010	FA	97	67	2B	37	17	6B	A5	96	39	B5	04	39	65	42	2F	z.g*7.kx.95.9eB/
020	62	55	2F	AD	C6	28	B2	2E	BB	80	BF	80	04	39	97	D2	bU/-F(2.;.?.9.R
030	0A	1C	A7	92	36	A7	FA	67	AA	86	39	D5	FA	76	41	04	..'.6'zg*.9UzVA.
040	47	32	47	53	FE	43	02	16	4B	04	4D	53	FD	AA	C5	FE	G2GS~C..K.MS)*E~
050	93	A5	B5	8A	30	99	3F	25	D5	FA	C5	32	62	9A	33	27	%.5.0.??%UzE2b.3'
060	04	71	8A	4C	97	F8	37	15	6D	F6	70	03	10	F8	E6	71	.q.L.x7.mvp...xfq
070	FD	05	A8	53	F0	02	BF	00	26	58	89	80	27	BB	80	AC	).(Sp.?.&X..';..
080	BF	80	D5	AF	BA	FD	BB	6F	62	02	3A	99	80	26	51	B8	?..U/;);ob:...&Q8
090	22	23	01	A0	18	A0	18	A0	18	B0	04	18	B0	0F	18	B0	"#. . . .0..0..0
0A0	01	05	25	09	F2	FF	24	9A	...	...	...	...	...	...	...	...	...r.\$.....
0B0	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	.....
0C0	28	43	29	31	39	39	30	49	6E	67	2E	4A	61	72	6F	73	(C)1990Ing.Jaros
0D0	6C	61	76	20	42	65	6C	7A	61	2F	50	6F	64	20	73	74	lav Belza/Pod st
0E0	72	61	6E	69	32	32	32	30	2F	50	72	61	68	61	31	30	rani2220/Praha10
0F0	5A	65	73	2D	76	65	72	7A	65	20	36	...	...	...	...	...	Zes-verze 6.....

ximální. Povel VOLUME+ a VOLUME- lze pak měnit hlasitost jen v mezích od nejmenší do takto nastavené hlasitosti. Maximální hlasitost může být libovolně nastavena v celém rozsahu, tj. od 1 (00H) do 16 (0FH).

SET MAX VOLUME TO 16

Nastavuje vnitřní „ukazovátka“ maximální hlasitosti na maximum, tj. 16. Ruší tak vlastně nastavení povelu SET MAX VOLUME.

RESET AUTO OFF

Ruší nastavení funkce AUTO OFF.

RESERVA 1

Změna log. stavu výstupu RESERVA 1.

RESERVA 2

Po příjmu povelu RESERVA 2 se na vývodu č. 8 mikropočítače (RDN) objeví krátký záporný impuls v délce asi 1 μs.

SUBSYSTEM 1, SUBSYSTEM 2, SUBSYSTEM 3

Ovládání dalších zařízení pomocí mikropočítače v zesilovači. Po připojení některého z povelů SYBSYSTEM přestane zesilovač vykonávat povel, které jsou označeny hvězdičkou a místo toho jsou na vývodu P27 vysílány zakódované skupiny impulsů (subpovely) pro ovládání dalších zařízení.


```

Adresa 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F ===ASCII DUMP===
100 76 63 EE 08 FD C6 08 CD FA B2 0F 36 1A 24 21 36 vcn.)F.Mz2.6.$!$
110 0D 53 DF AA 23 FD 74 95 24 21 43 20 AA 23 02 74 .S_#}t.$!C *#t
120 92 FA 37 D2 29 74 C3 24 3A B8 20 46 31 74 CA 24 .z7R)tC$8 F1tJ$
130 37 B0 FF 18 B0 17 C8 FE C6 3E 74 C3 24 61 F0 C6 70..0.H"r>tC$apF
140 45 74 C8 24 5F 18 F0 96 5B 8A 30 BC C0 74 CB 23 EtH$_p.[.0<@tK#
150 80 39 27 02 3A FA 43 DC AA 24 00 07 A0 C8 F0 07 .9'.:zC\*$.. Hp.
160 A0 24 00 A5 C5 FB D5 E3 AC FA 12 6E BD 00 F2 92 $.%E{Uc,z.n=.r.
170 12 A4 32 76 BF 00 FC 37 D2 A4 1F 23 FC 6F FA 53 .$2v?.17R$.#lozS
180 BF AA 74 AD 8A 80 9A 7F B8 20 E6 31 FA 43 01 AA ?*t-...8 f1zC.*
190 24 49 12 09 FC 37 F2 08 74 D2 FA 53 7F AA 74 90 $I..17r.tRzS.*t.
1A0 74 AD 74 BB FC 37 92 C9 B2 C9 FA 12 D7 92 B8 FC t-t;17.12Iz.W.8l
1B0 BF 03 72 B6 BF 04 24 C2 72 BE BF 05 24 C2 52 C9 ?.r6?.$BBr?.$BRI
1C0 BF 06 FA 43 01 AA FC 24 DC FC C6 08 43 C0 44 00 ?.zC.*!$\\F.C@D.
1D0 BD 03 FA 12 D7 BD 06 FA BF 01 4F AA 15 35 8A 80 =.z.W=.z?.0*.5..
1E0 74 C9 9A 7F EF EA 05 25 24 08 74 C6 67 E6 DE 74 tI..oj.%$.tFgf^t
1F0 C3 74 C3 74 C4 24 DE .. .. . CtCtD$*.....

```

```

Adresa 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F ===ASCII DUMP===
200 B3 FD 96 38 B8 25 FC 12 1C 18 F0 C6 18 37 17 C8 3}.88%l...pF.7.H
210 60 F6 17 F0 17 44 20 18 F0 C8 44 20 F0 C6 20 07 `v.p.D .pHD pF .
220 A0 74 90 24 D0 64 E8 BF 04 44 31 BF 08 44 31 BF t.$Pdh?.D1?.D1?
230 10 FA 37 53 E3 4F 37 AA 24 D7 B8 22 44 40 B8 23 .z7Sc07*$W8"D08#
240 FD 96 38 74 DC 74 AD 24 D0 B8 24 FD 96 38 74 DC }.8t\-$P8$}.8t\
250 27 44 21 67 FD 96 38 B8 27 F0 F6 5F 17 44 62 07 'D'g}.88'pv_.Db.
260 B8 27 53 03 A0 74 BB 24 D0 BD 40 44 7A BD 10 44 8'S. t;$P=@Dz=.D
270 7A 42 C6 6D BD 20 44 7A BD 04 FA 12 38 FB DD AB zBFm= Dz=.z.8{]+
280 74 BB 24 D7 BD 08 44 7A FA 12 38 FB 37 53 03 96 t;$W=.Dzz.8{7S..
290 97 23 FE 74 95 24 D7 23 03 74 92 24 D7 B8 25 F0 .#~t.$W$.t.$W8%p
2A0 18 44 A7 B8 26 23 0F A0 24 D7 24 8C FA 43 40 AA .D'8&#. $W$.zC@=
2B0 74 AD 24 D7 FA 12 38 08 24 D7 .. .. . t-$Wz.8.$W.....
2C0 38 25 01 01 2F 27 2B 31 3A 3A 3E 3E 49 49 53 53 8%../'+1::>>IISS
2D0 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38 88888888888888888888
2E0 6D 74 78 88 84 B4 71 69 9D A3 38 38 38 38 AC AA mtX..4qi.#8888,*
2F0 84 60 60 60 60 25 B4 69 6D 74 78 88 38 38 38 38 ````4imtx.8888

```

```

Adresa 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F ===ASCII DUMP===
300 00 28 00 00 00 34 00 40 00 05 00 87 00 00 0C (.4.e.....
310 00 29 00 3A 00 39 00 38 00 00 00 06 00 03 00 00 .):.9.8.....
320 00 3B 00 0D 00 0A 00 33 00 00 00 32 00 37 00 31 .;.....3...2.7.1
330 00 36 00 35 00 30 00 0B 00 04 00 08 00 02 00 09 .6.5.0.....
340 00 C7 00 26 00 27 00 2E 00 0E 00 0F 00 22 00 24 .G.&.'.....$.
350 00 02 00 03 00 0A 00 0B 00 08 00 09 00 0C 00 0D .....
360 00 01 00 23 00 2F 00 87 00 20 00 21 00 28 00 29 ...#./...!.()
370 00 25 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 %.....
380 01 03 01 05 02 07 04 07 01 02 04 01 06 03 06 05 .....
390 23 01 4B 64 96 5B AB 37 53 03 85 C6 9E 95 FA F2 #.Kd.[+7S..F..2r
3A0 AC B8 25 F0 47 C8 40 B6 AB 43 08 02 83 B8 23 FA .8%PGH06+C...8#z
3B0 53 C0 E7 47 40 77 47 C8 40 39 83 B8 27 FB 53 7C S0G0WGH09.8'fSI
3C0 40 3A 83 00 00 00 00 00 00 00 83 BF 00 EF CD EC @:.....?..oM1
3D0 CB 83 B8 25 23 FC 60 E6 DB B0 04 83 FC 67 F0 E6 K.8%#l'f[0..lgrf
3E0 E3 43 88 43 80 E3 A0 83 74 D2 23 01 C8 A0 C8 A0 cC.C.c .tR#.H H
3F0 C8 A0 23 05 74 92 74 AD 74 BB 24 D7 .. .. . H#.t.t-t;$W....

```

PA
Přepne řízení zpět na ovládání zesilovače
– ruší nastavení SUBSYSTEM.

OFFD
Přímé a okamžité vypnutí. Nenastavuje
funkci AUTO OFF a nelze kombinovat
s funkcí ON.

NTH
Tento povel nedělá nic. Lze ho použít v kom-
binaci s povelom ON a OFF.

Dále jsou popsány povely, které se vyko-
návají jen tehdy, je-li mikropočítač přepnut
do režimu PA (povelem PA). Je-li přepnut do
některého z režimů SUBSYSTEM, povel se
nerealizuje, ale na vývodu P27 mikropočíta-
če se objeví série impulsů, která odpovídá
kódu povelu pro daný subsystém. Pro odli-
šení od povelů, které se vykonávají, jsou tyto
povely označeny hvězdičkou.

*INPUT1, *INPUT2, *INPUT3, *INPUT4
Přímá volba některého ze čtyř vstupů.

*MONITOR, *NORM, *RESERVA 1,

*RESERVA 2

*MONO, *MUTE, *SPEAKERS A,

*SPEAKERS B

Funkce stejná jako u obdobných přímých
povelů.

U místního ovládání předpokládám použi-
tí přímých povelů. Povely SUBSYSTEM, PA
a povely označené hvězdičkou jsou vhodné
pro dálkové ovládání, neboť vybavíme-li dal-
ší zařízení jednoduchým adaptérem (viz
dále popsány dekodér subpovelu), můžeme
je pak ovládat z jediného dálkového ovláda-
ní. Kterýkoli povel může být na místním
i dálkovém ovládání, protože mikropočítač
nepozná, jestli přišel od MO nebo DO. Způ-
sob ovládání zvolíme podle potřeby.

Všechny předcházející povely (až na po-
vel OFFD) je možno kombinovat s povelom
ON a povelom OFF. Povel ON převede
zesilovač z režimu STANDBY – kdy je v čin-
nosti pouze přijímač DO a řídicí mikropočítač
– do zapnutého stavu. Umožňuje to zvolit
libovolné povely, které zapnou zesilovač.
Účelné je však použít jenom některé, aby při
náhodném stisku tlačítka na DO nebyl za-
pnut zesilovač. Povel ON nejdříve připojí
napájecí napětí pro analogovou část zesilo-
vače. Pokud nebylo od posledního zapnutí
zesilovače vypnuto napájecí napětí pro mik-
ropočítač, bude nastavení jednotlivých funk-
cí stejné jako při jeho vypnutí. Výjimkou je
hlasitost, která se nastaví na „5“, pokud byla
při vypnutí větší. Po vykonání povelu ON se
ještě provede povel, se kterým byl povel ON
spojen. Účelná je například kombinace s při-
mou volbou vstupu. Je-li zesilovač zapnut,
tak povel ON ignoruje.

S kterýmkoli povelom lze kombinovat také
povel OFF. V tomto případě se však vykoná-
vá pouze povel OFF. Stisknete-li tlačítko
s povelom OFF jen krátce, přístroj se nevy-
pne, ale zařadí se funkce AUTO OFF. Tato
funkce sama vypne zesilovač, pokud je asi
5 minut bez signálu. Pokud je zdroj signálu
(magnetofon, gramofon, CD) napájen přes
relé ovládané ze zesilovače, vypne se tak
celý systém např. po dohrání gramofonové
desky. Podržíte-li tlačítko OFF déle – asi půl
sekundy – zesilovač se vypne. Při vypnutí
zesilovače se nejdříve odpojí reproduktory
a po krátké prodávě i napájení analogové
části zesilovače. Při vypnutí se zruší nastave-
ní funkce AUTO OFF a ovládání subsysté-
mu.

Můžeme také spojit povely ON a OFF.
Příkladem může být spojení povelů ON, OFF
a *INPUT 1. Pokud je zesilovač vypnut, tak
se zapne a zvolí se vstup 1. Je-li zapnut, tak
se podle délky stisku tlačítka zařadí funkce
AUTO OFF nebo se zesilovač vypne.

Tabulka 2. Výpis programu

2.2 Dálkové ovládání

Všem zájemcům o stavbu DO doporučuji, aby si přečetli AR B6/87 | 3 | od strany 211. Články tam uveřejněné poskytnou čtenáři základní seznámení s problematikou dálkového ovládání. V následujícím textu je na toto AR několik odkazů.

Vysílač DO

Pro ovládání zesilovače je možno použít jakékoli dálkové ovládání, které používá integrovaný obvod U807D. Pro dané použití mohou být tyto vyslané kódy přiřazeny jednotlivým tlačítkům zcela libovolně. Překódování na jednotlivé povelý je dáno tabulkou v programu mikropočítače. Její popis je v druhé kapitole, ve třetím článku.

Vysílač dálkového ovládání je na obr. 14. Protože použité obvody pracovaly spolehlivě již při napětí 3,5 V, použil jsem napájecí napětí 6 V. Koncový stupeň vysílače budící vysílací diody LED (viz např. [3], s. 218, obr. 16 a 17) však dodával maximální proud až od napětí 6 až 6,5 V. Použil jsem proto jiné zapojení koncového stupně. Impulsní proud diodami je asi 500 mA a popsany koncový stupeň jej dodává již od napájecího napětí 4 V. Signál z výstupu REMO je přes rezistor R1 přiveden na zesilovač s tranzistorem T1 a T2. V kolektoru T2 jsou vysílací diody LED. Proud procházející tranzistorem T2 vytváří úbytek napětí na rezistoru R3. Tímto napětím se řídí tranzistor T3, který omezuje buzení tranzistorů T1 a T2 a tím i maximální proud diodami LED. Kondenzátor C3 zabraňuje kmitání koncového stupně. Cívku oscilátorového obvodu jsem navinul na feritovou „čínku“, získanou z vadného mezifrekvenčního transformátoru. V tomto provedení má asi 25 závitů. Neusilujeme-li o malé rozměry, můžeme po převínutí použít celý mf transformátor

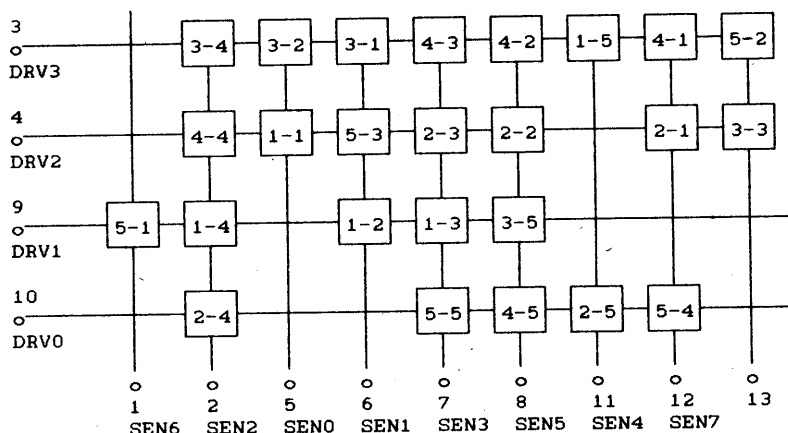
Pro vysílač dálkového ovládání je možno použít jakoukoli klávesnici s maticovým uspořádáním tlačítek. Pokud použijete klávesnici z kalkulačky, je vhodné ji opatrně rozebrat a vyčistit, aby byla zaručena spolehlivá funkce tlačítek.

V uvedené konstrukci jsem použil klávesnici z kalkulačky TESLA OKU 200. Zapojení tlačítek na této klávesnici je na obr. 15. Způsob volby jednotlivých kódů a přiřazení povelů je podrobně popsáno v druhé kapitole, třetím článku. Klávesnici jsem z vraku kalkulačky odřizl i s částí pouzdra, které se pak stalo částí krabičky vysílače DO. Krabičku vysílače jsem zhotovil z polystyrenových desek tloušťky 2 a 3 mm. Jednotlivé díly jsou slepeny modelářským lepidlem „Lepi-M“.

Pozice tlačítek

1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
3-1	3-2	3-3	3-4	3-5
4-1	4-2	4-3	4-4	4-5
5-1	5-2	5-3	5-4	5-5

Zapojení tlačítek

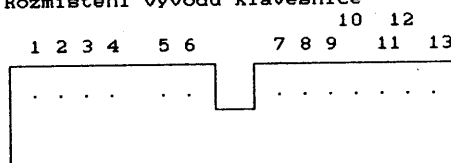


Poznámka: Vývody č.1 a č.13 jsou pro DO spojeny.

V krabičce je prostor pro elektroniku a baterie. Použil jsem malé knoflíkové baterie typu 5105, které se dobře osvědčily.

Oživení vysílače nečiní žádné problémy. Není-li stisknuto žádné tlačítko, je odběr proudu prakticky neměřitelný. Po stisknutí libovolného tlačítka se odběr zvětší asi na 15 mA. Zapojíte-li místo některé vysílací infračervené diody běžnou diodu LED, rozsvítí se jasně, přiměřeným odběru vysílače. Zbývá nastavit kmitočet oscilátoru. Kmitočet měříme čítačem. Na jeho vstupu vytvoříme z kousku drátu cívku o jediném závitu. Pro měření postačí přiblížit tuto smyčku k cívce vysílače. Použijete-li cívku s krytem, připojíte čítač přes kondenzátor (několik pF) na vývod č. 9 IO (OSC OUT). Kmitočet nastavíme přivíjením a odvíjením závitů (případně otáčením jádra) na kmitočet 3,6 MHz, nebo na obvyklé 4 MHz (viz popis přijímače a řídícího mikropočítače).

Horní okraj klávesnice (strana tl.)
Rozmístění vývodů klávesnice



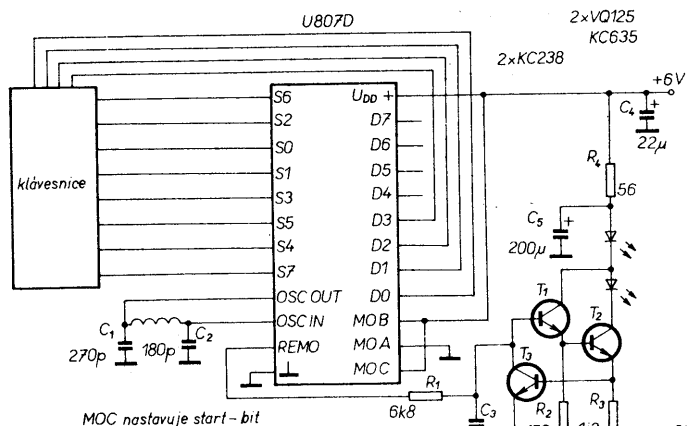
Obr. 15. Klávesnice TESLA OKU 200

Příjímač DO

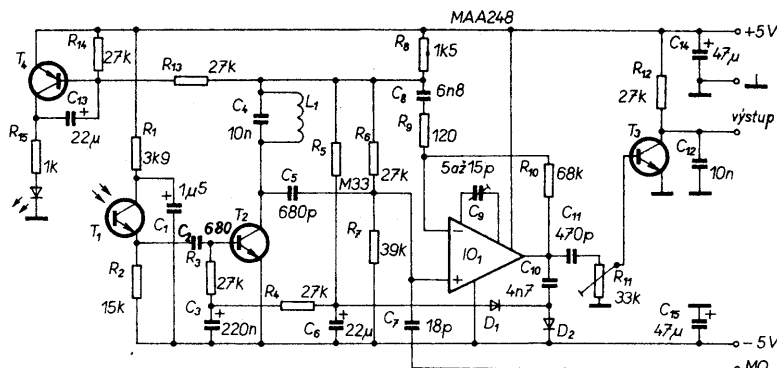
Tento obvod bývá také nazýván předzesilovač DO. Vzhledem k nedostatku speciálních součástek jsem navrhl dvě nová zapojení, se kterými lze dosáhnout velmi dobrých výsledků.

Zásadním problémem je, že na tuzemském trhu nelze sehnat vhodnou fotodiodu. Vyzkoušel sem několik typů fotodiod a fototranzistorů, bohužel mezi nimi nebyla ani jedna fotodioda, která se běžně v DO používá. Celkem se osvědčil fototranzistor KPXB81. Nejlepších výsledků jsem nakonec dosáhl s fototranzistorem, získaným z optočlenu WK16412. Při opatrném „rozlousknutí“ pouzdra optočlenu získáte nejen fototranzistor, ale i jednu nepříliš výkonnou svítivou infradiodu. Uvnitř optočlenu je trubička z plastické hmoty, do níž je zasunut z jedné strany fototranzistor, z druhé dioda LED. Po rozložení optočlenu vytáhněte opatrně z trubičky fototranzistor. Prostor mezi fototranzistorem a LED je vyplněn průhlednou plastickou hmotou. Systém fototranzistoru je chráněn zakápnutím epoxidem. Systém diody LED takto chráněn není. Proto vytáhněte-li ji z trubičky, zpravidla utrhnete přívod k čipu a dioda je k nepotřebě. Můžete-li sehnat vadný optočlen, vyzkoušejte si nejedříve celou operaci na něm. V době psaní tohoto článku se v pražské prodejně „GM elektronik“ prodával fototranzistor neznámého typu, který je citlivější než fototranzistor z optočlenu.

Fototranzistor má však proti fotodiodě několik nevýhod. Jeho citlivost za tmy je podstatně menší (až o několik řádů), než za světla. Proto je v použití zapojení za tmy přisvětlován. Můžeme k tomu s výhodou použít diodu z optočlenu. Citlivost fototranzistoru (pro impulsní signál) se zlepšuje s okolním „stejnoseměrným“ osvětlením. Zároveň se však zvyšuje šum fototranzistoru a to rychleji než citlivost. Citlivost fototranzistoru se navíc zmenšuje se zvyšujícím se kmitočtem. Pracovní kmitočet DO (30 až 35 kHz) již leží v oblasti zmenšující se citlivosti. Projevuje se zde zřejmě „oblodná“



Obr. 14. Zapojení vysílače dálkového ovlá-
dání



Obr. 16. Zapojení přijímače dálkového ovládání – 1. varianta

kapacita přechodu kolektor – báze. Proto byl kmitočet oscilátoru vysílače DO snížen z obvyklých 4 MHz o 10 %, tj. na 3,6 MHz. Výhodou fototranzistoru je mnohem menší výstupní impedance. Zjednoduší se tím vstupní obvod přijímače, neboť odpadne jinak používaný vstupní sledovač. Příjemným důsledkem je i větší odolnost proti rušení.

Vyzkoušel jsem přijímače DO uveřejněné v [3] na str. 230 obr. 19, 21 a 22. Největší citlivosti dosahoval přijímač s A224 (obr. 21 v [3]), s fototranzistorem navázaným přes kondenzátor C8 přímo na vstup IO. Pro potíže se stabilitou a nastavením pracovního bodu při různém okolním osvětlení jsem však začal experimentovat s vlastním zapojením.

Zapojení prvního přijímače je na obr. 16. Brzy se ukázalo, že pro dosažení maximální citlivosti musí přijímač zpracovávat i signály jen nepatrně větší než je úroveň šumu. Protože velikost šumu se mění s velikostí osvětlení (viz výše), musí se citlivost přijímače také měnit. Proto má přijímač dva nezávislé detektory. První detektor reaguje na střední hodnotu signálu a je realizován diodami D1 a D2. Signálem z detektoru se nastavuje pracovní bod vstupního zesilovače a tím i citlivost celého přijímače. Tímto detektorem se zpracovává vlastně jen šum z přijímače, protože přijímaný signál, který má charakter řídkých impulsů, jej ovlivňuje jen málo.

Druhý detektor s tranzistorem T3 zpracovává přijímaný signál. Práh citlivosti je 3 až 5 dB nad úroveň šumu. Tento práh přesahuje právě přijímaný signál a jen ojediněle šum.

Dále bylo potřeba co nejvíce omezit signály a tím i šum mimo přenášené pásmo. Proto jsou v přijímači dva selektivní obvody. První je konstruován jako zatlumený rezonanční obvod LC, druhý jako parametrická pásmová propust s operačním zesilovačem.

Signál z fototranzistoru prochází přes kondenzátor C2 na zesilovač s T2. V kolektoru tranzistoru je rezonanční obvod, nalaďený na střed přenášeného pásma. Z tohoto obvodu je signál veden přes kondenzátor C5 na neinverující vstup operačního zesilovače. Rezistory R6 a R7 vytvářejí vhodné předpětí pro OZ a současně upravují jakost rezonančního obvodu na vhodnou velikost. Fázový posuv signálu procházejícího OZ a vhodné volené zpětná vazba způsobí, že tento stupeň má na přenosové charakteristice výrazný hrb. Tvar tohoto hrbu je velmi podobný rezonanční křivce obvodu LC. Změnou kapacity kondenzátoru kmitočtová kompenzace lze měnit „rezonanční“ kmitočet, popř. v případě potřeby změnou odporu rezistoru R9 „jakost“. S uvedenými součástkami je možno tento stupeň přeladit od 25 do 40 kHz. Na tomto stupni je nutné použít OZ typu 748, neboť zpoždění signálu a fázový posuv mohou být u jiných typů OZ zcela odlišné.

Do neinverujícího vstupu OZ je přes kondenzátor C7 přiveden signál z místního ovlá-

dání. Je to nejjednodušší řešení problému, jak připojit MO, neboť signál je veden přímo z vývodu REMO obvodu U807D.

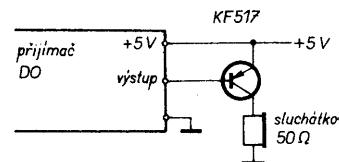
Z výstupu OZ je signál veden na oba detektory.

Za tmy se šum fototranzistoru zmenšuje na minimum. Přijímač dosahuje maximálního zesílení – tranzistorem T2 teče maximální proud. Dosáhne-li tento proud určité velikosti, je úbytek napětí na rezistoru R8 tak velký, že se přes rezistor R13 začne otevírat tranzistor T4. V kolektoru tohoto tranzistoru je infračervená LED, která přisvětluje fototranzistor. Již nepatrné osvětlení stačí zabránit rapidnímu zmenšení citlivosti fototranzistoru za tmy. Kondenzátor C13 zabrahňuje rozkmitání tohoto obvodu. Pokud přisvětluje fototranzistor jiným způsobem nebo nám nevadí malá citlivost za tmy, je možno celý tento obvod (R13 až R15, C13, T4 a LED) vypustit.

Citlivost je zcela uspokojující – přijímač zpracuje bez problémů signál z vysílače odražený od stěn v místnosti. Při srovnání s DO různých televizorů byl popsán přijímač většinou citlivější. Maximální dosah na přímou viditelnost se mi nepodařilo zjistit, protože nemám potřebně velký byt.

Jedním větším problémem je zhotovení cívky L1. Já jsem ji navinul drátem o průměru 0,06 mm na jádro od mezifrekvenčního transformátoru. Cívku jsem navinul drátem „co se na ni vešlo“. Požadovaná indukčnost je asi 2,45 mH. Snadněji navinete cívku na hrnčkové jádro, nejlépe o průměru 9 mm. Rezonanční obvod pak lze však ladit pouze přivíjením a odvíjením závitů na cívce. Naštěstí není nalaďení rezonančního obvodu příliš kritické.

Přijímač DO oživíme následujícím způsobem. Desku přijímače osadíme celou součástkami. Na výstup připojíme pomocný zesilovač např. podle obr. 17. Při stisknutí tlačítka dálkového ovládání se ze sluchátka ozve charakteristické vrčení. Otáčením jádra cívky a změnou kapacity kondenzátoru C9 se snažíme dosáhnout maximální citli-



Obr. 17. Pomocný zesilovač pro zkoušení přijímačů DO

vosti. Trimr v bázi tranzistoru T3 nastavíme tak, aby při běžném osvětlení právě zanikl šum na výstupu detektoru. Odběr v záporné větvi napájecího napětí se mění od 5 mA za tmy a zasloučené nebo odpojené infračervené LED do 2 mA za světla. Proud v kladné větvi je větší o proud protékající touto infračervenou LED. Přisvětlovací diodu umístíme tak, aby co nejlépe osvětlovala fototranzistor a přitom co nejméně stínila. Podle umístění a kvality infračervené LED je proud za tmy touto diodou 2 až 5 mA.

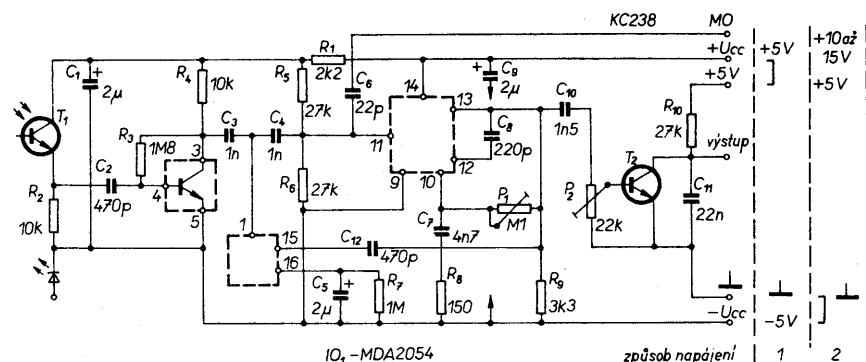
Nevede-li tato cesta k cíli, odpojíme fototranzistor. Na vstup přijímače (živý konec rezistoru R2) přivedeme signál z generátoru přes dělič 1:1000, například 10 kΩ/10 Ω. Na výstup OZ připojíme osciloskop nebo milivoltmetr. Signál z generátoru udržujeme na takové úrovni, aby nenastávala limitace (aby nebyl omezoval). Selektivní obvody nalaďíme na kmitočet 112× nižší než je kmitočet oscilátoru DO. Pro 3,6 MHz je to asi 32,1 kHz. Malé odchylky do 1 kHz vzhledem velké šířce pásma nemají podstatný vliv.

Pokud je i při správném nalaďení přijímače citlivost nedostatečná, je nutno hledat závadu jinde. Sledujeme cestu signálu od vstupu až po výstup OZ. Při správném nalaďení má stupeň s tranzistorem T2 zesílení asi 100, stupeň s OZ asi 500. Při silném signálu na vstupu je zesílení stupně s tranzistorem zmenšeno automatickým řízením citlivosti.

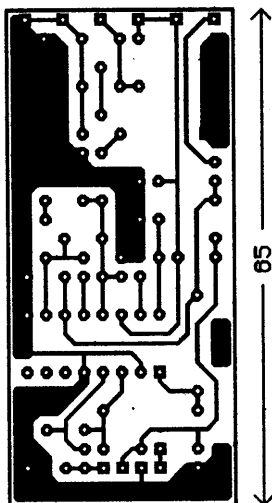
Při oživování asi tři kusy přijímače se ukázalo, že reprodukovatelnost popsaného zapojení je poměrně špatná. Aby bylo dosaženo maximální citlivosti, bylo třeba nastavit každý kus individuálně, případně i změnit hodnoty některých součástek. Příčinou bylo různé prahové napětí použitých (různých) diod D1 a D2 – je třeba upravit odpor rezistoru R5 tak, aby za tmy procházel tranzistorem T2 proud asi 3 mA. Dále pak smyčka AVC pracuje blízko meze stability – bylo třeba upravit kapacitu kondenzátoru C3 tak, aby přijímač zůstal stabilní.

Z těchto důvodů jsem navrhl a vyzkoušel ještě jeden přijímač, jeho schéma je na obr. 18. Přijímač používá integrovaný obvod MDA2054, určený původně pro magnetofony. Jedná se vlastně o zjednodušení a úpravu předchozího zapojení.

V zapojení byl nahrazen rezonanční obvod (a tím i obtížné zhotovitelná cívka) rezistorem a byl vypuštěn obvod pro řízení jasu



Obr. 18. Zapojení přijímače dálkového ovládání – 2. varianta



Obr. 19. Deska s plošnými spoji pro přijímač 2 (Z219)

průsvětlovací diody LED. Pro AVC byl použit obvod pro řízení záznamové úrovně, který je součástí IO. Automatické řízení citlivosti je zapojeno jako útlumový článek mezi prvním a druhým stupněm přijímače. Takto zapojené AVC funguje účinněji než v předešlém zapojení, avšak při velmi silném signálu, např. když je vysílač DO v bezprostřední blízkosti přijímače, bude první stupeň zahlcen a následně deformovány přijímané impulsy (zdvojení) – ty pak není mikropočítač schopen zpracovat. Druhý stupeň je zapojen – stejně jako u předchozího zapojení – jako parametrická pásmová propust. Kompensační kondenzátor má dosti značnou kapacitu a proto je zapojení upraveno tak, že kmitočet lze přesně nastavit změnou zpětnovazebního rezistoru P1. Protože se tímto rezistorem mění i celkové zesílení stupně, použijeme jej pouze k jemnému nastavení rezonančního kmitočtu. Je-li odporový trimr nastaven na odpor menší než 50 kΩ, nebo jeho odporová dráha nedostačuje, upravte raději kapacitu kondenzátoru C8. Odporový trimr P2 nastavíme stejně jako u předchozího zapojení tak, aby právě zanikl šum na výstupu detektoru.

Zapojení nemá obvod na automatické přisvětlování fototranzistoru. Fototranzistor přisvětluje trvale poblíž umístěnou diodou LED nebo malou žárovkou. Nejvhodnější je použít infračervenou LED, pro červenou diodu bude citlivost mnohem menší. Žlutou nebo zelenou diodu nelze použít vůbec, neboť fototranzistor je pro světlo v jejich spektrální oblasti již necitlivý.

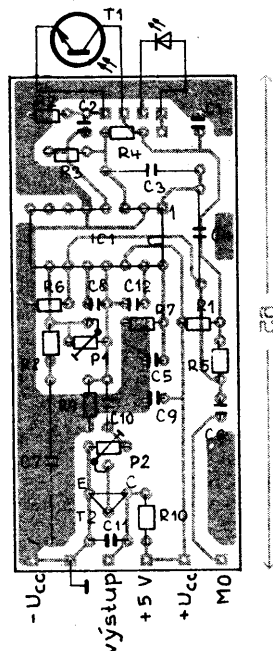
Přijímač je postaven na desce s plošnými spoji podle obr. 19, rozmístění součástek je na obr. 20.

Tento přijímač je o něco méně citlivý než první popsaný přijímač, jeho oživení a nastavení je však snadnější a mohu jej proto doporučit i méně zkušeným konstruktérům.

Oba popsané přijímače byly vyzkoušeny i ve spojení s obvodem U806D. Protože tento obvod reaguje na kladné impulsy, je třeba mezi přijímač a tento obvod zapojit invertor, realizovaný například jedním hradlem CMOS.

2.3 Přiřazení povelů DO jednotlivým funkcím

Zde si popíšeme, jak naprogramovat přiřazení povelů konkrétním tlačítkům. Toto naprogramování nám umožní použít pro vysílač DO třeba klávesnici ze staré kalkulačky.



Obr. 20. Rozmístění součástek na desce Z219 přijímače 2

ky. Tyto klávesnice mají tlačítka uspořádaná maticově, avšak tlačítka jsou zpravidla velmi zpřeházena.

Tlačítka jsou připojena k integrovanému obvodu U807D. Tento obvod umožňuje připojit až 64 tlačítek v matici 8×8. Při stisknutí některého tlačítka se vždy spojí příslušné vývody DRV a SEN. V tabulkách a obrázcích souvisejících s tímto tématem uvádím kód tlačítka. Pomocí tohoto kódu lze přímo odvodit, jak je tlačítko připojeno k obvodu U807D. Například tlačítko s kódem 16 je připojeno k vývodu DRV 1 a k vývodu SEN 6. Vysílač vyšle kód odpovídající stisknutému tlačítku a zvolenému S-bitu. V mikropočítači se z tohoto kódu vytvoří adresa do převodní tabulky v paměti programu. Na této adrese najde mikropočítač v tabulce číslo povelu, který má provést. Protože tuto část paměti si můžeme naprogramovat, není problém přiřadit libovolnému tlačítku libovolný povel.

Já jsem ve svém zapojení použil klávesnici z kalkulačky TESLA OKU 200 a proto je přiřazení vysvětleno na ní. Z obr. 15 je patrné, že jsou tlačítka zapojena v matici 4×9. Vývod č. 1 klávesnice můžeme spojit s vývodem č. 5 nebo 11 nebo 12, popř. 13, aniž by bylo tlačítko „zdvojeno“. V mém případě jsem jej spojil s vývodem č. 13. Klávesnici, takto upravenou do matice 4×8, jsem připojil k integrovanému obvodu U807D. Pro danou klávesnici je použito všech 8 vývodů SEN (SEN 0 až SEN 7) a vývody DRV 0 až DRV 3.

Na obr. 21 je návrh na přiřazení jednotlivých povelů jednotlivým tlačítkům. Například povel pro zmenšení hlasitosti, VOLUME – je na klávesnici vlevo dole. Podle obr. 15 zjistíme, že po stisknutí tohoto tlačítka se spojí vývody DRV 1 a SEN 6 obvodu U807D. Vývod MOC (určující start-bit) tohoto obvodu je připojen na kladné napájecí napětí – tím je nastaven start-bit na „1“.

Sestavení adresy do převodní tabulky je na obr. 22. Pro daný příklad vyšla adresa 31DH. Na tuto adresu je třeba do převodní tabulky uložit číslo povelu, v tomto případě VOLUME-. V tabulce 3 zjistíme, že má číslo 3. Do převodní tabulky ukládáme číslo povelu včetně příznaků povelu ON a OFF. Sestavení čísla povelu je na obr. 23. Protože jsem povel VOLUME – použil bez povelu ON a OFF, uložíme na výše uvedenou adresu číslo 03H.

Další příklady. Na dálkovém ovládání je samostatné tlačítko OFF, tlačítko ON je pro úsporu tlačítek kombinováno s povelům PA.

Nejdříve tlačítko OFF. V DO spojí vývody DRV 0 a SEN 3 obvodu U807D. Výsledná adresa je tedy 307H. Povel OFF spojíme s povel NTH, který má číslo 0. Výsledné číslo povelu je tedy v hexadecimálním tvaru 40H + 0. Na adrese 307H bude tedy uloženo číslo 40H.

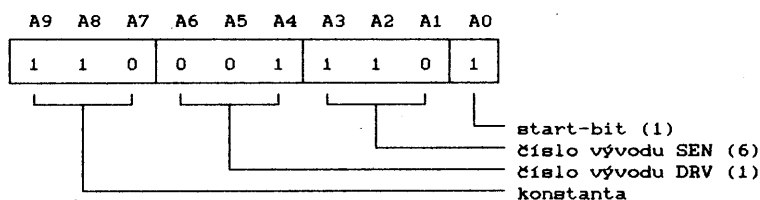
Tlačítko vykonávající povel ON a PA spojí vývody DRV 0 a SEN 5 – tomu odpovídá adresa 30BH. Povel PA má číslo 07H. Příznak povelu ON má číslo 80H. Na adrese 30BH bude tedy číslo 87H.

Na panelu zesilovače chceme mít tlačítko pro zapnutí (ON/OFF). Toto tlačítko spojí např. vývody DRV 4 a SEN 0 obvodu U807D použitého v zesilovači pro místní ovládání. Tento obvod má stejně jako obvod ve vysílači DO nastaven start-bit na „1“. Výsledná adresa je tedy 341H. Povele ON

MUTE	FMMUTE	MONO	MONO	A	AFC	B	BANK	CD
[20]		[11]		[13]		[12]		[34]
IN1	PR1	IN2	PR2	IN3	PR3	IN4	PR4	TAPE
[27]	STOP	[25]	REW	[23]		[02]		[04]
NORM	PR5	REZ2	PR6	REZ1	PR7	MONITOR	PR8	TUNER
[31]	PLAY	[30]	F.F.	[26]		[32]		[15]
HLOUBKY -		HLOUBKY +		VÝŠKY -		VÝŠKY +		ZES + ON
[37]		[35]		[33]		[22]		[05]
HLASITOST-		HLASITOST+		BALANCE L		BALANCE R		OFF-AUTO OFF
[16]		[36]		[21]		[07]		[03]

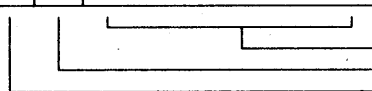
Kódy tlačítek jsou v hranatých závorkách.

Obr. 21. Návrh na osazení tlačítek klávesnice jednotlivými povelů



Obr. 22. Sestavení adresy do převodní tabulky

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	1	1



číslo povelu (VOLUME- 03H) /
příznak povelu OFF
příznak povelu ON

Obr. 23. Sestavení čísla povelu

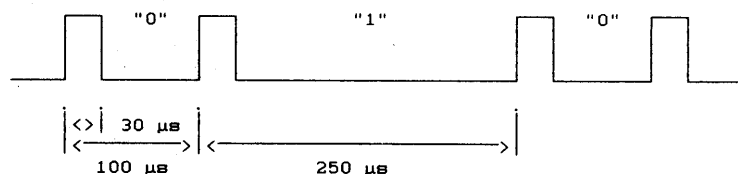
Tabulka 3. Seznam povelů dálkového a místního ovládání

povel DO resp. MO	tlačítko DO pozice	kód tlačítka		číslo povelu [dek]
		DO	MO	
MUTE / FM MUTE / ?	1-1	20	.	59.
MONO / FM MONO / ?	1-2	11	.	58.
SPEAKERS A / AFC / ?	1-3	13	.	56.
SPEAKERS B / BANK / ?	1-4	12	.	57.
CD	1-5	34	.	4.
INPUT 1 / PR1 / STOP	2-1	27	.	49.
INPUT 2 / PR2 / REW	2-2	25	.	50.
INPUT 3 / PR3 / ?	2-3	23	.	51.
INPUT 4 / PR4 / ?	2-4	02	.	52.
TAPE	2-5	04	.	5.
NORM / PR5 / PLAY	3-1	31	.	53.
RESERVA2 / PR6 / F.F.	3-2	30	.	54.
RESERVA1 / PR7 / ?	3-3	26	.	55.
MONITOR / PR8 / ?	3-4	32	.	48.
TUNER	3-5	15	.	6.
BAS-	4-1	37	55	9.
BAS+	4-2	35	54	8.
TRE-	4-3	33	53	11.
TRE+	4-4	22	52	10.
PA & ON	4-5	05	63	7+128.
VOLUME-	5-1	16	51	3.
VOLUME+	5-2	36	50	2.
BALANCE-L	5-3	21	57	13.
BALANCE-P	5-4	07	56	12.
OFF (AUTO OFF)	5-5	03	.	0+64.
NORM - přímo	.	.	60	1.
ON & PA / OFF (AOF)	.	.	40	7+64+128.
INPUT+	.	.	44	14.
INPUT-	.	.	45	15.
SPEAKERS A - přímo	.	.	64	32.
SPEAKERS B - přímo	.	.	65	33.
NONO - přímo	.	.	46	34.
MUTE - přímo	.	.	61	35.
MONITOR - přímo	.	.	47	36.
SPEAKERS A / B - přímo	.	.	41	38.
RESERVA 1 - přímo	.	.	42	39.
RESERVA 2 - přímo	.	.	70	37.
SET MAX. VOLUME	.	00	66	40.
SET MAX. VOLUME TO 16	.	10	67	41.
Reset AUTO OFF - přímo	.	.	43	46.
OFF - přímo (nelze s ON)	.	.	62	47.

U tlačítek resp. povelů, které mají svoji funkci závislou na nastavení povelu SUBSYSTEM, je na druhém místě význam subpovelu pro ovládání tuneru a na třetím místě subpovel pro ovládání magnetofonu.

a OFF zkombinujeme například s povelu PA. Výsledné číslo povelu je v tomto případě 80H + 40H + 07H tedy C7H. Povel PA je v tomto případě zbytečný, neboť po zapnutí je zesilovač vždy v režimu PA. Bude-li proto na této adrese číslo COH, tj. povel ON + OFF + NTH, bude se zesilovač chovat stejně.

Odvození tabulky pro další povelu je analogické. Uvedená převodní tabulka odpovídá zapojení místního a dálkového ovládání, uvedenému v tomto článku. Místní ovládání zesilovače jsem se snažil zredukovat na minimum, zabezpečující nejzákladnější ovládací funkce, protože většinu funkcí lze volit pomocí DO. Při trochu nekonvenčním přístu-



Obr. 24. Subpovel vysíláný mikropočítačem

pu lze místní ovládání vypustit a zesilovač zhotovit bez ovládacích tlačítek na čelní straně. Všechna neobsazená místa v převodní tabulce, tj. mezi adresami 300H a 37FH ve výpisu programu (tab. 2), zaplníme nulami, tedy číslem povelu NTH. Zajistíme tak, že zesilovač nebude reagovat na cizí DO, pokud nevysílá shodné kódy, například na vysílání DO pro televizor. Pro ovládání televizoru se totiž používá start-bit nastavený na „0“. Vysílání DO pro TV můžeme samozřejmě použít při vhodném naprogramování převodní tabulky. Po úpravě, která spočívá v možnosti přepínat start-bit, lze použít tovární DO jak pro TV, tak pro zesilovač. Některé vysílání DO, vyrobené v bývalé NDR, tento přepínač již mají.

2.4 Ovládání dalších zařízení – zdrojů signálu

Použití dálkové ovládání pouze pro zesilovač se mi zdálo dosti samoučelné, pokud by nebyla možnost ovládat dálkově i například tuner, magnetofon či přehrávač CD. Tento problém jsem vyřešil tak, že mikropočítač po příjmu některých povelů vysílá různě kódovaný sled impulsů. Pokud mají přístroje v sestavě svoje funkce ovládané elektricky, lze je po doplnění dekodérem ovládat dálkovým ovládáním zesilovače.

Po příjmu některého z povelů SUBSYSTEM se nastaví příslušný příznak ve vnitřní paměti mikropočítače. Je-li některý z těchto příznaků nastaven, přestane mikropočítač vykonávat povelu číslo 48. až 63. a místo toho se objeví na vývodu P27 sled impulsů. Pro odlišení od povelů DO budu tento sled impulsů nazývat subpovel. Vývod P27 je používán také pro indikaci, že byl přijmut nějaký povel. V tomto případě – nevysílá-li se subpovel – je to však jen jediný impuls. Subpovel se přenáší sériově a kódování bylo zvoleno tak, aby byl dekodér co nejjednodušší. Subpovel má tvar podle obr. 24. Jak je z obrázku patrné, počet impulsů je o jeden větší než počet přenášených bitů. Použité subpovele mají 2, 3, 4 nebo 5 bitů. Délka impulsu je asi 30 μs, vzdálenost impulsů asi 100 μs pro log. 0 a 250 μs pro log. 1. Vysílané subpovele v závislosti na nastaveném subsystému a čísla povelů jsou v tabulce 3. Subpovel je vyslán jen jednou, i když podržíme ovládací tlačítko déle. Při delším stisknutí tlačítka DO jsou na linku vysílány jen jednotlivé impulsy, odpovídající indikaci „povel přijat“.

Přijímač subpovelu

Fyzicky je vysílání subpovelu zajištěno pomocí proudové smyčky. Po dobu impulsu teče smyčkou proud asi 10 mA, v klidu neteče žádný proud. Na straně přijímače je signál subpovelu oddělen optoelektronickým členem. Toto oddělení vylučuje vznik zemních smyček mezi signálovou a logickou zemí. Vzhledem k velikosti napájecího napětí může být ve smyčce zapojeno až deset přijímačů. Každý přístroj s přijímačem subpovelu může být vybaven dvěma konektory, např. typu jack 2,5 nebo 3,5 mm. Ze zesilovače je subpovel veden do konektoru označeného IN. Konektor označený THRU má rozpinací kontakt zapojen tak, že tento konektor je zkratován, není-li do něj zasunut kolík. Chceme-li připojit další přístroj, propojíme jeho konektor IN s konektorem THRU přístroje blíže zesilovači. Proudová smyčka tak bude vždy uzavřená. Pořadí přístrojů může být libovolné.

Tabulka 4. Čísla použitých povelů

č. povelu		funkce
[dek]	[hex]	
0	00	NTH
1	01	NORM - přímo
2	02	VOLUME+
3	03	VOLUME-
4	04	CD (subsystém 1)
5	05	TAPE (subsystém 2)
6	06	TUNER (subsystém 3)
7	07	PA
8	08	BAS+
9	09	BAS-
10	0A	TRE+
11	0B	TRE-
12	0C	BAL R
13	0D	BAL L
14	0E	INP+
15	0F	INP-

Pověly č.16 až 31 nepoužity

32	20	SPEAKERS A - přím	58	3A
33	21	SPEAKERS B - přím		
34	22	MONO - přím	59	3B
35	23	MUTE - přím		
36	24	MONITOR - přím		
37	25	RESERVA 2 - přím		
38	26	SPEAKERS A/B - přím		
39	27	RESERVA 1 - přím		
40	28	SET MAX. VOLUME		
41	29	SET MAX. VOLUME TO 16		
42	2A			
43	2B			
44	2C			
45	2D			
46	2E	RESET AUTO OFF (RAO) - přím		
47	2F	OFF - přím (nedělá AUTO OFF a nelze s ON)		
48	30	MONITOR / PRESET 8		
49	31	INPUT 1 / PRESET 1 / STOP		
50	32	INPUT 2 / PRESET 2 / REW		
51	33	INPUT 3 / PRESET 3		
52	34	INPUT 4 / PRESET 4		
53	35	NORM / PRESET 5 / PLAY		
54	36	RESERVA2 / PRESET 6 / F.F.		
55	37	RESERVA1 / PRESET 7		
56	38	SPEAKERS A / AFC		
57	39	SPEAKERS B / BANK		
58	3A	MONO / FM MONO		
59	3B	MUTE / FM MUTE		
60	3C			
61	3D			
62	3E			
63	3F			

Tabulka 5. Vysílané subpověly

Zvolený subsystém				
povel dek	číslo HEX	1 (CD)	2 (TAPE)	3 (TUNER)
48	30	0 0 0	1 0 0 0 0	0 0 0 0
49	31	0 0 1	1 0 0 0 1	0 0 0 1
50	32	0 1 0	1 0 0 1 0	0 0 1 0
51	33	0 1 1	1 0 0 1 1	0 0 1 1
52	34	1 0 0	1 0 1 0 0	0 1 0 0
53	35	1 0 1	1 0 1 0 1	0 1 0 1
54	36	1 1 0	1 0 1 1 0	0 1 1 0
55	37	1 1 1	1 0 1 1 1	0 1 1 1
56	38	0 0	1 1 0 0 0	1 0 0 0
57	39	0 1	1 1 0 0 1	1 0 0 1
58	3A	1 0	1 1 0 1 0	1 0 1 0
59	3B	1 1	1 1 0 1 1	1 0 1 1

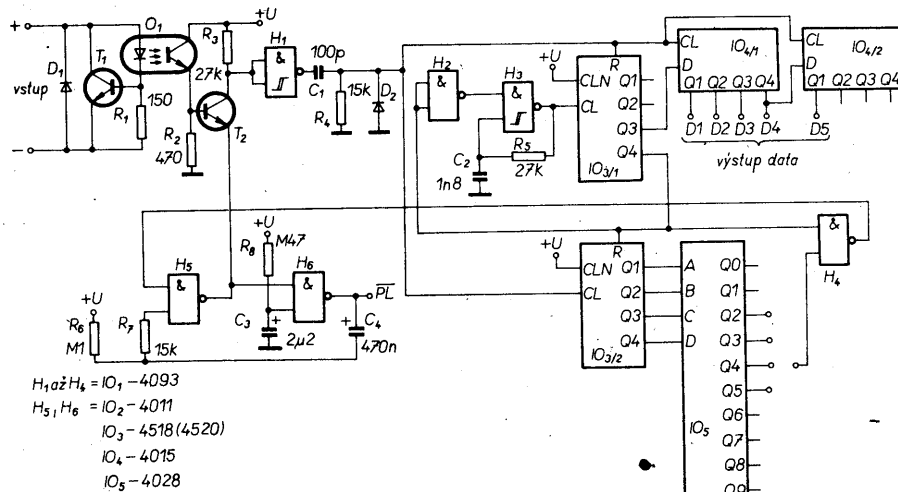
stavu 0011, a za dobu odpovídající log. 1 do stavu minimálně 0100 a maximálně 0111. Současně se zvětší o jednu stav čítače 2. Na výstupu čítače 2 je tedy údaj, kolik již bylo přijato bitů subpovelu. Za čítačem 2 je připojen dekoder 1 z 10.

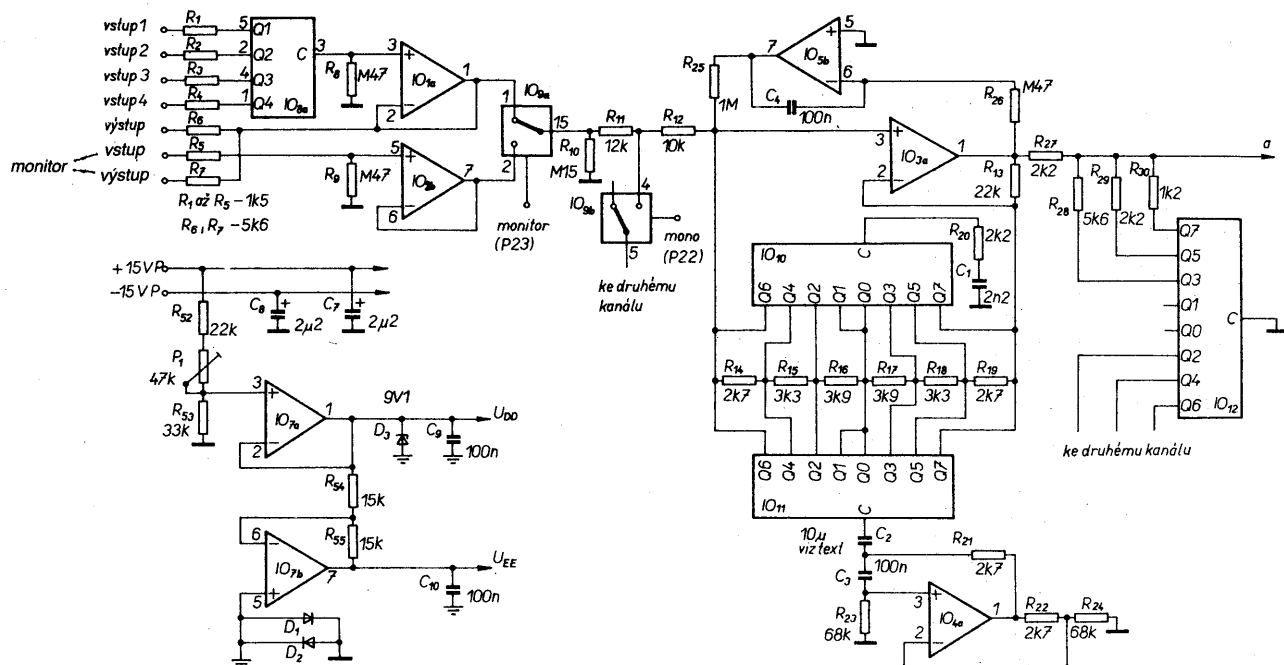
Po příjmu posledního impulsu kmitá oscilátor tak dlouho, dokud nedočítá čítač 1 do stavu 1000. Jakmile se objeví log. 1 na výstupu Q4 čítače 1, zastaví se oscilátor a nuluje se čítač 2. Volný vstup hradla H4 je připojen na výstup dekodéru IO5, indukujícího správný počet přenesených bitů. Pro subpovel mající 5 impulsů je to tedy Q4. Než projde nulovací impuls na výstup dekodéru, je po dobu několika set nanosekund logická 1 na obou vstupech H4. Na jeho výstupu se tedy objeví na krátkou dobu úroveň log. 0, která signalizuje, že byl přijat subpovel, mající správný počet impulsů.

Záporným impulsem, který se objeví na výstupu hradla H4, se spouští monostabilní klopný obvod z hradel H5 a H6. Na výstupu PL se objeví logická 0 po dobu několika desítek milisekund. Signalizuje, že data na výstupu posuvného registru jsou platná a lze je proto použít pro ovládání následující logiky. Současně je přivedeno kladné napětí na emitor tranzistoru T2. Tímto způsobem se zajišťuje, že data jsou platná po celou dobu

Zapojení přijímače subpovelu, postaveného s obvody CMOS, je na obr. 25. Signál subpovelu projde optoelektronickým členem a po zesílení tranzistorem T2 je přiveden na tvarovač s hradlem H1. Za kondenzátorem C1 jsou impulsy subpovelu zkřáceny asi na 1 μ s. Předpokládáme, že čítač 1 postavený z 1/2 IO3 dočítal do stavu 1000. Logická 1 na výstupu Q4 za prvé nuluje čítač 2 postavený z 2/3 IO3, za druhé přes hradlo H2 blokuje oscilátor postavený z hradla H3.

První impuls subpovelu vynuluje čítač 1. Tím se spustí oscilátor a zruší se nulování čítače 2. Při dalším impulsu subpovelu se přepíše stav vývodu Q3 čítače 1 do posuvného registru tvořeného IO4. Současně se čítač 1 nuluje. Kmitočet oscilátoru je zvolen tak, aby čítač 1 za dobu odpovídající vzdálenosti impulsů loo. 0 dočítal maximálně do





Obr. 26. Zapojení předzesilovače

překlopení MKO, protože se zablokuje příjem dalšího subpovelu. Rezistor R8 a kondenzátor C3 zabrání překlopení MKO a tím i zmatku následující logiky po připojení napájecího napětí.

Za přijímačem subpovelu je připojen ještě dekodér a obvody pro připojení k danému přístroji.

Přijímač subpovelu napájíme z ovládaného přístroje. Vzhledem k použitým obvodům typu CMOS může být napájecí napětí v rozsahu 3 až 15 V. Hodnoty součástek jsou navrženy pro 6 V, pro napájecí napětí blízké krajním mezím bude pravděpodobně třeba mírně upravit hodnoty některých součástek.

Pro vzdálenost impulsů subpovelu 100 a 250 μ s se může pohybovat kmitočet oscilátoru v rozsahu od 16 do 28 kHz. Nastavení není tedy vůbec kritické a přesné nastavovat kmitočet (například odporovým trimrem) není potřeba. Kmitočet oscilátoru můžete změřit čítačem na výstupu hradla H3, když předtím odblokujete oscilátor například dočasným uzemněním vývodu Q4 čítače 1.

Důrazně chci varovat před neuváženými zásahy do přístrojů, o jejichž zapojení máme jen nejasné představy. Hlavně z těchto důvodů je popis přijímače subpovelu jen obecný – zkušeným konstruktérům bude jistě stačit.

3. Signálová část

3.1 Předzesilovač

Až na použití elektronických potenciometrů je předzesilovač řešen klasickým způsobem. Za přepínačem vstupů následuje korektor hloubek a výšek, za ním pak regulátor stereofonní váhy a hlasitosti. Předzesilovač je řešen jako stejnosměrný, k odstranění případné stejnosměrné složky je použito servo DC.

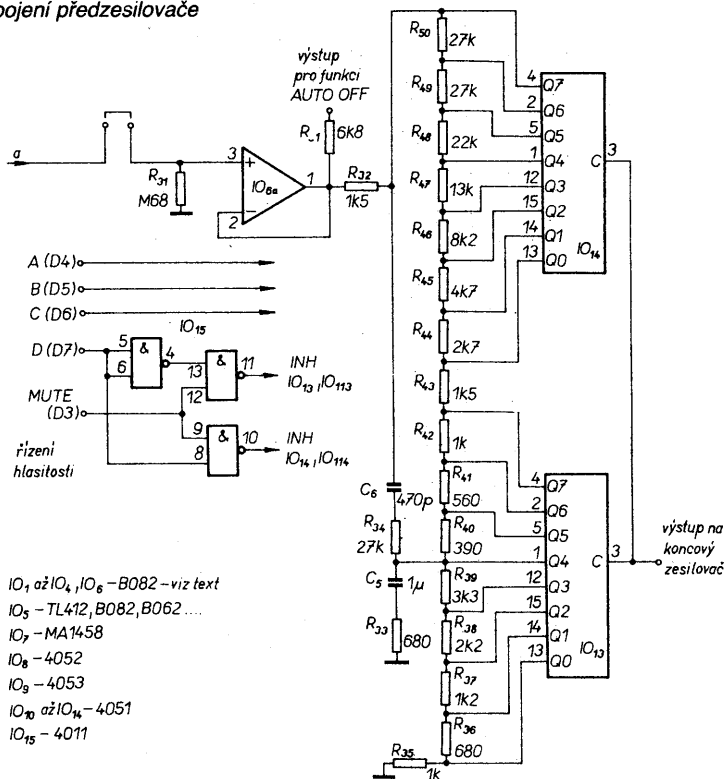
Předzesilovač byl původně navržen z diskretních součástek. Když jsem zjistil, že ani vyznavači kvality High-End nemají závažné námítky proti operačním zesilovačům, postavil jsem předzesilovač s nimi. Za cenné připomínky a náměty bych chtěl poděkovat panu Dudkovi a panu Sýkorovi z Hifi klubu v Praze 10.

V předzesilovači jsou použity relativně dostupné dvojité operační zesilovače (dále OZ) typu B082. Mají dostatečnou rychlost zrychlení (13 V/ μ s), malé zkreslení a přijatelný šum. Beze změny okolních součástek mohou být nahrazeny shodnými typy TL072 nebo ještě lépe NE5532 s malým šumem. Naopak v nouzi můžete použít B062 (3 V/ μ s) a v nejhorším případě i MA1458 (0,5 V/ μ s). Při použití pomalých OZ se sníží nejvyšší přenášený kmitočet a zvětší se zkreslení, zvláště pro impulsní signál. Jako servo DC jsem použil OZ typu B062. Vyhoví zde jakýkoli typ operačního zesilovače s malou napěťovou nesymetrií a s malými vstupními proudy – např. typ TL412. Rychlost OZ není na tomto stupni rozhodující. Všechny uvedené OZ mají shodně zapojené vývody.

V předzesilovači je oddělena signálová a logická zem. Signálová zem je zapojena tak, aby umožňovala optimální zemnění analogových obvodů a nepodporovala vznik zemních smyček. Přímé spojení zemí logických obvodů a mikropočítače zase zrychluje rušení, které by se mohlo projevit při ovládání logických obvodů.

Zapojení předzesilovače je na obr. 26. Pro přehlednost nejsou na schématu zakresleny adresové vstupy analogových multiplexerů. Tyto vstupy jsou připojeny přímo k řídicím mikropočítači a nemají pro popis význam.

Součástky ve schématu jsou číslovány podle levého kanálu. Součástky pravého kanálu mají číslo o 100 větší (samozřejmě kromě součástek, které jsou společné pro oba kanály). Operační zesilovače z jednoho pouzdra IO jsou používány nepravidelně. To znamená, že např. OZ umístěný na vývodech 1, 2 a 3 je použit pro levý nebo pravý kanál tak, jak to lépe vyhovovalo při návrhu plošných spojů.



IO₁ až IO₄, IO₆ – B082 – viz text
IO₅ – TL412, B082, B062
IO₇ – MA1458
IO₈ – 4052
IO₉ – 4053
IO₁₀ až IO₁₄ – 4051
IO₁₅ – 4011

Signál ze zvoleného vstupu přichází přes ochranný rezistor na analogový multiplexer (IO8), zapojený jako přepínač vstupů. Některému ze vstupů může být předřazen předzesilovač pro magnetodynamickou přenosku. Za přepínačem vstupů je napěťový sledovač (IO1), který slouží k oddělení následujících stupňů. Z jeho výstupu je také odebrán signál pro záznam na magnetofon. Za sledovačem je další přepínač (IO9a), umožňující přednostně zvolit vstup pro signál z magnetofonu 1 (MONITOR). Signál ze vstupu MONITOR je také oddělen napěťovým sledovačem (IO2). Následující korektor je proto napájen ze zdroje s malým vnitřním odporem, což je důležité pro jeho správnou funkci. Za přepínačem MONITOR je ještě spínač pro sloučení signálů levého a pravého kanálu – MONO.

Korektor je v dnes už klasickém zapojení se syntetickou indukčností pro regulaci signálu nízkých kmitočtů. Potenciometry byly nahrazeny odporovým děličem s pěti odbočkami. Analogové multiplexery umožňují nastavovat korekce v sedmi krocích. Odpory rezistorů byly zvoleny tak, aby jednotlivé kroky byly rovnoměrně rozloženy. Zvláštností zapojení je použití jediného rezistorového „žebříčku“ pro oba elektronické potenciometry. Tímto způsobem je možno změnit šum obvodu o 3 až 4 dB. Vzhledem k tomu, že se nastavení hloubek a výšek vzájemně neovlivňuje, nezhoršuje tato úprava nijak funkci obvodu.

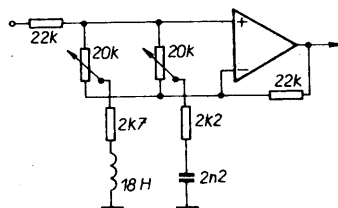
Korektor je svým způsobem jedno z kritických míst celého zesilovače a proto bych se jeho popisu věnoval podrobněji. Při značném zjednodušení lze šum OZ v daném zapojení rozdělit na dvě složky: šum vlastního obvodu a termický (tepelný) šum na impedanci zapojené ke vstupu obvodu. První složku šumu můžeme ovlivnit použitím vhodného typu OZ, druhá je dána pouze hodnotami součástek zapojených do obvodu. Pokusil jsem se změřit velikost šumu na výstupu OZ v závislosti na odporu mezi vstupy při konstantním zesilení pro obvod B082. Výsledek je na obr. 27. Při malém odporu (pod 1 kΩ) se uplatňuje pouze vlastní šum obvodu. Naproti tomu při odporu nad 100 kΩ je rozhodující termický šum. Při konstrukci zařízení s co nejmenším šumem se proto snažíme navrhnout obvody s co nejmenšími impedancemi součástek (i přesto, že jsou použity OZ se vstupy JFET), aby byl termický šum potlačen co nejvíce.

Naopak v obvodech s analogovými multiplexery může mít použití malých impedancí nepříznivý vliv na zkreslení signálu. Odpor

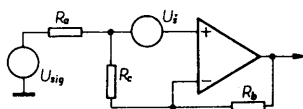
sepnutého kanálu se totiž poněkud mění v závislosti na přiloženém stejnosměrném napětí. Změřil jsem tuto závislost pro obvody MHB4051 a V4051, výsledek je na obr. 28. Čím je celková impedance obvodu větší, tím méně se bude změna odporu spínače projevovat. Dá se předpokládat, že bude-li změna impedance 1 % v daném rozsahu napětí, bude také zkreslení způsobené touto nelinearitou menší než 1 %.

Hodnoty součástek v korektoru byly zvoleny kompromisně. Šum obvodu je asi o 3 dB větší než nejmenší možný šum dosažitelný s obvodem B082. Zkreslení způsobené nelinearitou integrovaných spínačů bude při maximální úrovni signálu nejvýše 0,03 %, spíše však ještě mnohem menší.

Další možnost, jak zmenšit šum, je optimalizovat vlastní zapojení korektoru. Jeho zjednodušené schéma je na obr. 29. Pro střední polohu potenciometrů můžeme obvod dále zjednodušit podle obr. 30. Šum operačního



Obr. 29. Zjednodušené schéma korektoru



Obr. 30. Zjednodušené zapojení korektoru pro výpočet šumu

zesilovače si můžeme představit jako zdroj šumového napětí v některém ze vstupů ideálního bezšumového zesilovače. Zatímco pro napětí signálu U_{sig} má obvod přenos 1, šumové napětí U_s je na výstupu zesíleno. Míru zesílení šumového napětí lze vyjádřit vztahem $1 + (R_a + R_b)/R_c$. Šum obvodu zmenšíme, zmenšíme-li odpor R_a a R_b rezistorů nebo zvětšíme-li R_c . Odpory R_a a R_b nemůžeme volit příliš malé, neboť s jejich zmenšováním se nejprve zvětšuje nelinearita nastavení (ve středu odporové dráhy po-

tenciometru „se nic neděje“), až nakonec korektor zcela ztratí svoji funkci. Zvětšování odporu R_c přináší obdobné problémy. Sloučení odporových drah potenciometrů do jednoho společného odporového žebříčku však umožní zvětšit odpor R_c na dvojnásobek a tím zmenšit šum obvodu o 3 až 4 dB. Pro symetrickou funkci korektoru musí mít rezistory R_a a R_b shodný odpor.

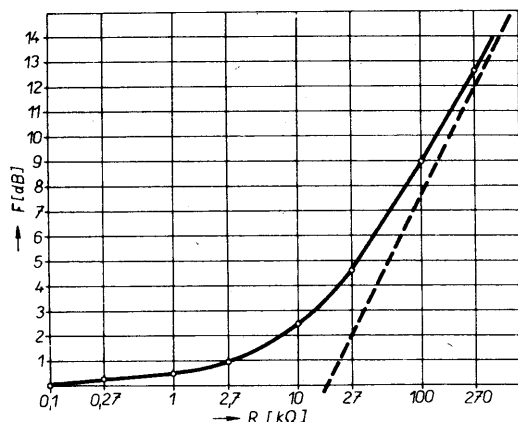
Potřebná indukčnost pro korektor je realizována pomocí IO4, který je zapojen jako gyrátor. Za předpokladu, že $R_{21}/R_{23} = R_{22}/R_{24}$, je indukčnost v bodě A dána vztahem $L = R_{21} \times R_{23} \times C_3$. Sériový odpor je shodný s odporem rezistoru R_{21} . Obvod musí mít požadované vlastnosti v celém kmitočtovém pásmu. Proto i zde musí být použit rychlý OZ. Realizovat indukčnost pro korektor klasickou cívku by bylo obtížné, neboť požadovaná indukčnost je asi 20 H.

Od korektoru může být syntetická indukčnost oddělena kondenzátorem C_2 , jehož kapacita musí být nejméně 5 μF . Pak může být na místě IO4 použit OZ s velkou vstupní napětovou nesymetrií, který se jinak nikam nehodí. V opačném případě nahradíme kondenzátor C_2 spojkou.

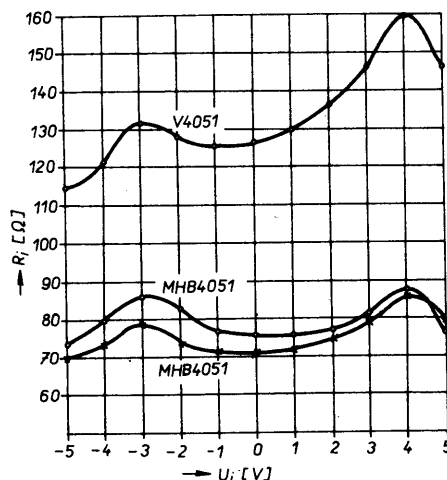
V korektoru je také zapojen obvod, který je nazýván servo DC. Tento obvod je zapojen jako integrátor a sleduje stejnosměrné napětí na výstupu korektoru. Přes rezistor R_{35} se z jeho výstupu přivádí kompenzační proud tak, aby rušil případnou stejnosměrnou složku nízkofrekvenčního signálu. Obvod je schopen odstranit stejnosměrné napětí do velikosti ± 200 mV. Odstranění stejnosměrné složky signálu je důležité pro správnou činnost téměř všech obvodů. Stejnosměrné napětí je totiž hlavním zdrojem „lupání“ při nastavování jednotlivých funkcí.

Za korektorem je obvod pro nastavení stereofonní váhy (BALANCE). Stereofonní váha se nastavuje zeslabováním signálu v levém nebo pravém kanálu. Za obvodem stereofonní váhy je signál vyveden na konektor na zadní straně zesilovače, kde je přes propojku přiveden zpět na regulátor hlasitosti a koncový zesilovač. Jako propojka je použit „špunt“, známý ze starších gramofonů se zesilovačem. Vytažením propojky se cesta signálu přeruší. Do tohoto konektoru pak můžeme připojit třeba grafický ekvalizér nebo další magnetofon, či jej použít jako přímý vstup do zesilovače s vyločením korekcí.

Za propojkou je signál opět oddělen napěťovým sledovačem (IO6). Z jeho výstupu je přes rezistor R_{51} odbočen signál pro funkci

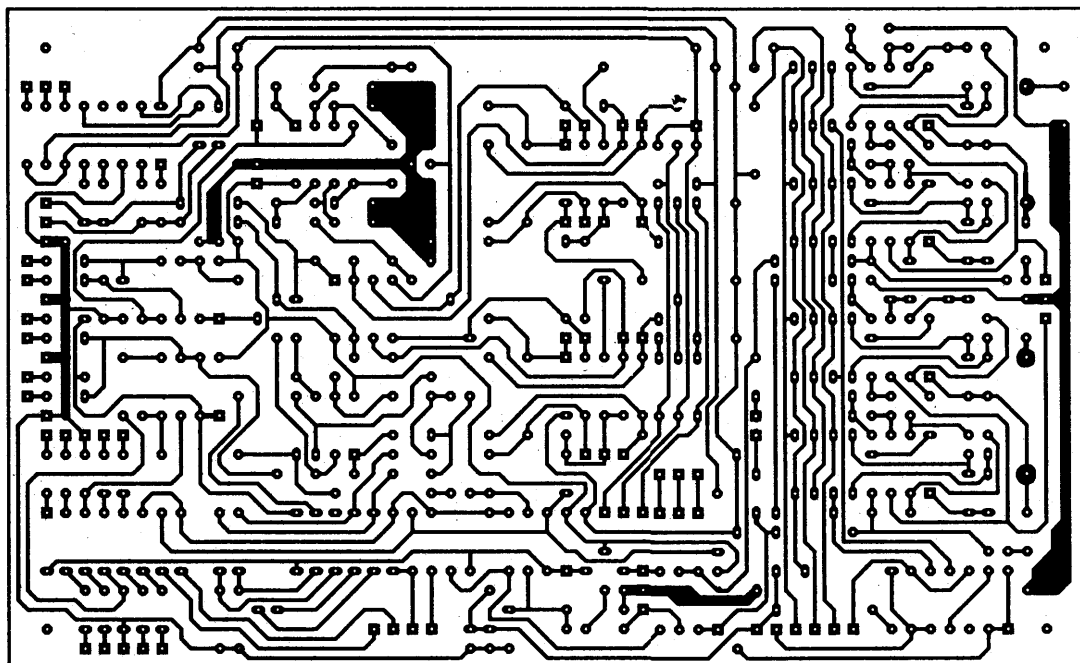


Obr. 27. Měření šumu OZ



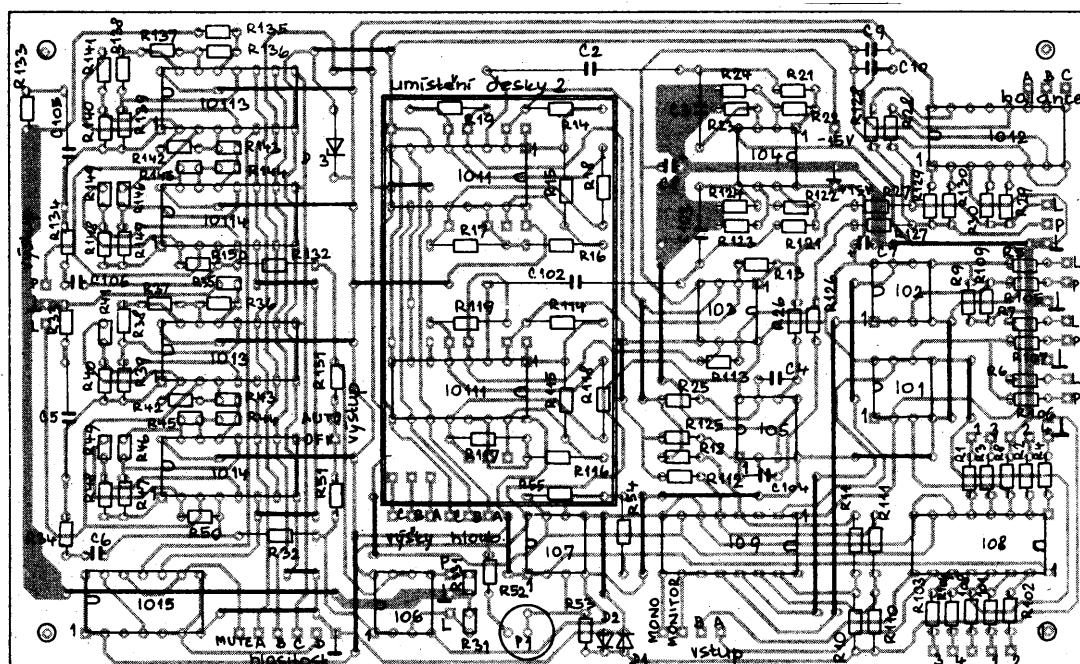
Obr. 28. Závislost odporu sepnutého kanálu pro obvody 4051

Obr. 31. Deska s plošnými spoji předzesilovače (Z220)



142,2

Obr. 32. Rozmístění součástek na desce Z220 předzesilovače



5,841

Vstupy pravé

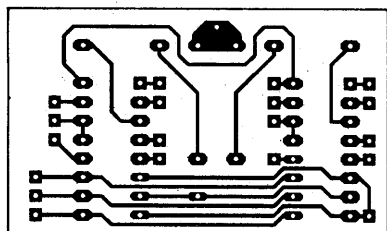
AUTOOFF, a přes rezistor R32 pro regulátor hlasitosti. Hlasitost je řízena v 16 stupních a má trvale připojen obvod pro fyziologii. Výstupy odporového děliče jsou spínány dvěma obvody 4051 (IO13 a 14). Integrovaný obvod IO15 zajišťuje jejich přepínání a odpojení výstupu při funkci MUTE. Pokud

by byl použit obvod MAB16 (MAC16), vedl by se signál MUTE přímo na vývod EN tohoto obvodu a IO15 by nebyl vůbec potřeba. Regulátor hlasitosti byl spočítán pro zatěžovací odpor 100 kΩ.

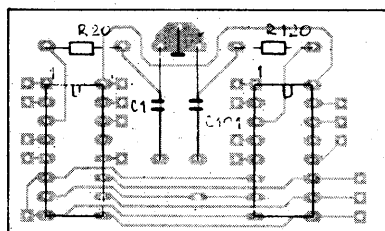
Všechny analogové multiplexery, řízené mikropočítačem, jsou na desce předzesilo-

vače. Proto je na této desce i zdroj pro zde umístěné obvody CMOS. Vzhledem k zanedbatelnému odběru proudu obvody CMOS byl pro zdroj použit OZ (IO7). Trimrem P1 lze na výstupu IO7a nastavit napětí 5 až 9 V. Druhá část IO je zapojena jako invertor a na jeho výstupu je stejné velké napětí opačné polaritě. Zenerova dioda D3 zajišťuje, aby celkové napájecí napětí pro obvody CMOS nepřekročilo 18 V.

V případě, že omylem odpojíme od zdroje logickou nebo signálovou zem, nedovolí diody D1 a D2, aby rozdíl potenciálů mezi těmito zeměmi překročil přípustnou mez – zabrání tak případnému poškození některých obvodů. Za běžného provozního stavu, kdy rozdíl potenciálů mezi jednotlivými zeměmi je zanedbatelný, jsou obě diody nevodivé a země jsou oddělené.



50,75



25,82

Obr. 33. Doplňková deska s plošnými spoji (Z221)

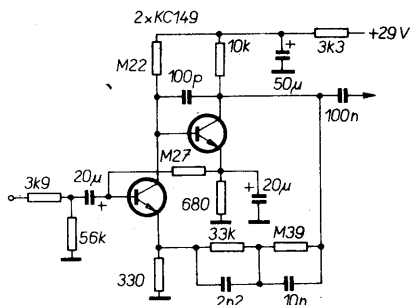
Obr. 34. Rozmístění součástek na doplňkové desce (Z221)

Předzesilovač je na dvou deskách s plošnými spoji. Naprostá většina součástek je na desce podle obr. 31, 32. Vzhledem ke společnému odporovému žebříčku nešel obvod korektoru navrhnout na jednostranné desce s plošnými spoji a ani dvoustranná deska s plošnými spoji nepřinesla optimální řešení. Proto byla pro korektor výšek navržena malá deska s plošnými spoji (viz obr. 33, 34), který je umístěn nad korektorem hloubek a se základní deskou je propojen 21 spoji. Tyto spoje mohou být realizovány „piny“ z konektoru FRB a pak lze vrchní desku snadno odnímat.

3.2 Korekční předzesilovač pro gramofon

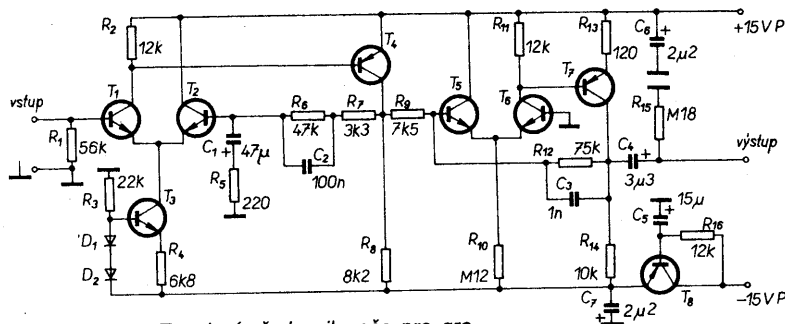
Okolo předzesilovačů pro gramofon se vedou diskuse snad celou dobu rozvoje techniky Hi-Fi. Za posledních zhruba 15 let bylo publikováno velké množství různých zapojení, dosahujících často velmi slušných parametrů. Faktem zůstává, že dva odlišné zapojené předzesilovače mohou mít při subjektivním posouzení dosti odlišný zvuk, a to i tehdy, když jejich změřené parametry jsou prakticky shodné.

Korekční předzesilovač bývá nejčastěji řešen jako jednoduchý dvoutranzistorový, se zpětnou vazbou z výstupu do emitoru prvního tranzistoru. Nevýhodou tohoto zapojení je malý zisk zesilovače s otevřenou smyčkou zpětné vazby. To se projevuje nejvíce v oblasti signálů nízkých kmitočtů, pro které je již zpětná vazba prakticky vyražena z činnosti. Nepříjemným důsledkem je zvětšení zkreslení při signálech nízkých kmitočtů a zvláště pak změní vstupní impedanci předzesilovače v závislosti na kmitočtu. Aby se tyto jevy omezily, bývá zpětná vazba dosti „utažena“ a proto bývá výstupní napětí předzesilovače poměrně malé. Na obr. 35 je typické zapojení tohoto předzesilovače tak, jak byl použit v zesilovači Transi watt TW 40.



Obr. 35. Typické zapojení předzesilovače pro gramofon

Další skupinu tvoří složitější předzesilovače, které již mají dostatečné zesílení, ale vyznačují se zpětnou vazbou přes celý zesilovač. Takové předzesilovače dosahují velmi malého nelineárního zkreslení a mají vyrovnanou kmitočtovou charakteristiku, pokud jsou měřeny sinusovým signálem. U nich je problém v oblasti signálů vysokých kmitočtů, kde se vlivem použitých korekcí zmenšuje zisk předzesilovače na velikost blízkou 1. Velký zisk „uzavřený“ takto ve smyčce zpětné vazby (často i 80 dB) způsobuje, že předzesilovač pracuje velmi blízko meze stability a při nevhodné zátěži se může rozkmitat. Budíme-li jej impulsním signálem, lze na osciloskopu pozorovat značné přemkity. Typickým představitelem této skupiny je předzesilovač „Leach“, jehož zapojení



Obr. 36. Zapojení předzesilovače pro gramofon

bylo uveřejněno například v [4]. Podobné problémy vznikají i při použití operačních zesilovačů.

Tyto a některé další problémy vedly konstruktéry zařízení High-End k návrhu speciálních zapojení, vyznačujících se zejména rozdělením korekcí do několika stupňů, použitím pasivních korekcí, aktivního tlumení, ba dokonce i použitím elektronek. Podrobnost se může případný zájemce dozvědět v [4].

Ve zde popsaném předzesilovači jsem se snažil vyřešit největší nedostatky jednoduchých zapojení. Předzesilovač je rozdělen do dvou stupňů, z nichž každý realizuje část zesílení a část potřebných korekcí. Zapojení předzesilovače je na obr. 36. Signál z magnetodynamické přenosky je přiveden přímo na bázi tranzistoru T1. Tranzistory T1 až T4 tvoří první stupeň předzesilovače. Zpětné vazby R6, R7 a C2 určují první část korekcí s časovými konstantami přibližně 3180 a 318 µs a spolu s rezistorem R5 i zesílení prvního stupně. Následující stupeň s tranzistorem T5 až T7 je navázán přímo bez oddělovacího kondenzátoru. V tomto stupni je soustředěn zbytek zesílení předzesilovače a korekce s časovou konstantou 75 µs.

Výstup předzesilovače je oddělen kondenzátorem. Vzhledem k velkému stejnosměrnému zesílení druhého stupně může být stejnosměrné napětí na kolektoru T7 v rozsahu až ±1 V. Proto je třeba kondenzátor C4 pólovat podle stejnosměrného napětí na výstupu předzesilovače. Správnou polaritu určíme změřením na již hotovém předzesilovači. V mém případě bylo v obou kanálech na kolektoru T7 napětí asi -0,3 V.

Předzesilovač byl citlivý na zvlnění záporného napájecího napětí. Proto byl doplněn jednoduchým filtrem s tranzistorem T8, rezistorem R16 a kondenzátorem C5. Tento filtr je společný pro oba kanály.

Na obr. 37 a 38 je deska s plošnými spoji předzesilovače pro gramofon.

3.3. Koncový zesilovač

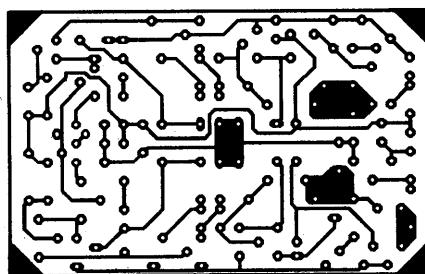
Schéma jednoho kanálu koncového zesilovače je na obr. 39. Signál z předzesilovače je přiveden nejprve na napěťový sledovač (IO1). Rezistor R1 zajišťuje požadovaný vstupní odpor 100 kΩ pro správnou činnost regulátoru hlasitosti v předzesilovači. Násle-

duje dolní propust, která omezí signály s kmitočtem nad 100 kHz. Hlavní význam této propusti je omezit signály takového kmitočtu a amplitudy, které by přesahovaly rychlost přeběhu koncového zesilovače.

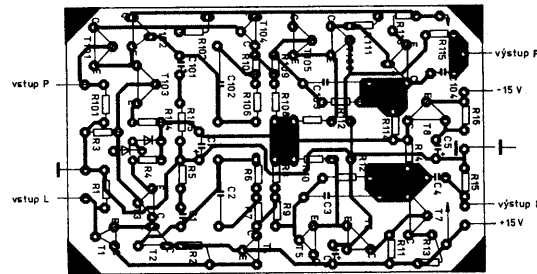
Vlastní koncový zesilovač je v běžném zapojení, které bylo již mnohokrát popsáno. Tranzistory T1 a T2 tvoří diferenciální zesilovač. NF signál je přiváděn do báze T1, do báze T2 je přiveden signál ze zpětné vazby. Následující stupeň s T4 pracuje do zátěže tvořené proudovým zdrojem s T5. Koncový stupeň je tedy buzen proudově, což má příznivý vliv na omezení nelinearity použitých bipolárních tranzistorů.

Koncové tranzistory jsou zapojeny se společným emitorem. Na rozdíl od zapojení koncových tranzistorů se společným kolektorem, které je běžnější, umožňuje toto zapojení dosáhnout poněkud většího výstupního výkonu při stejném napájecím napětí, vyžaduje však těsnou tepelnou vazbu mezi koncovými a budicími tranzistory a tranzistorem pro nastavení klidového proudu. Koncový stupeň má ochranu proti zkratu na výstupu. Teče-li např. koncovým tranzistorem T8 příliš velký proud, otevře úbytek napětí na rezistoru R12 tranzistor T11, který zmenší proud tekoucí do báze budicího tranzistoru T7 a tím i proud procházející koncovým tranzistorem. Rezistory R14 a R16 zajišťují, že výstupní proud bude omezen tím dříve, čím je na koncovém tranzistoru větší napětí. Obdobně funguje i ochrana v záporné větvi zesilovače.

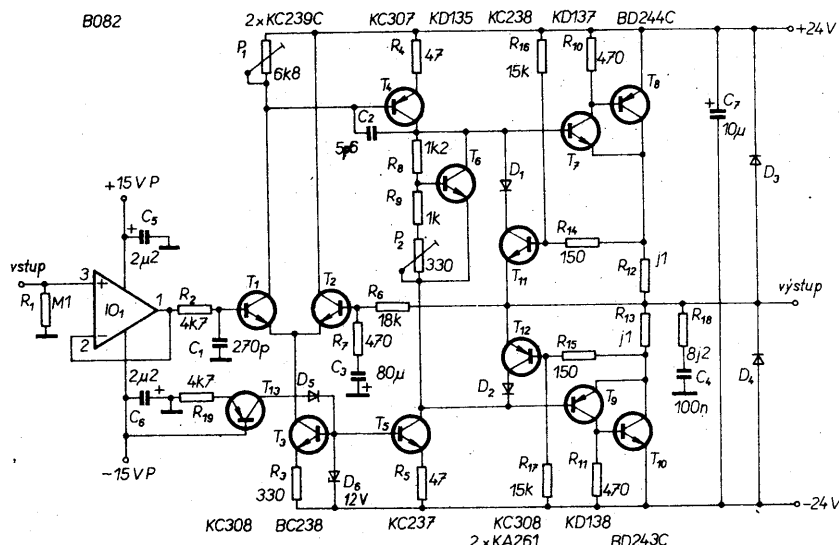
Ze záporné větve napájecího napětí pro OZ je pomocí tranzistoru T13 a odporu R19 odvozen proud asi 3 mA, kterým je napájena dioda D6. Úbytek napětí na této diodě slouží jako referenční zdroj napětí pro proudové zdroje s tranzistorem T3 a T5. Oba proudové zdroje musí dodávat konstantní proud nejen bez ohledu na velikost napájecího napětí koncového zesilovače, ale také bez brumu. Jako D6 je použita Zenerova dioda v propustném směru a proto není příliš důležité, pro jaké napětí je určena. Vlivem velké dotace přechodu p-n je napětí ohybu charakteristiky V/A přechodu této diody o něco větší, než ohyb charakteristiky přechodu báze-emitor připojených tranzistorů. Toto zapojení pracuje velmi dobře, ale záporné napájecí napětí pro koncový stupeň zesilovače musí být alespoň o 1 V větší než napájecí napětí



Obr. 37. Deska s plošnými spoji předzesilovače pro gramofon (Z222)



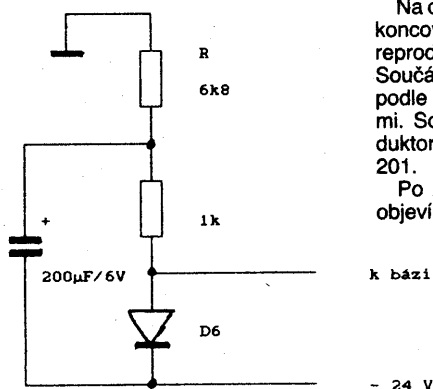
Obr. 38. Rozmístění součástek na desce Z222 předzesilovače pro gramofon



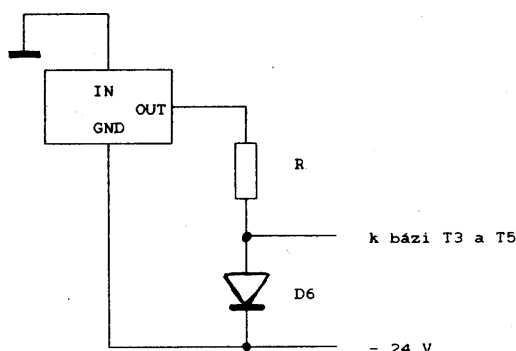
Obr. 39. Zapojení jednoho kanálu koncového zesilovače

pro OZ. To je zajištěno, neboť napájecí napětí pro OZ je odvozeno z napájecího napětí pro koncový zesilovač pomocí stabilizátoru 7915 (viz popis zdroje), a to i tehdy, když se napětí zmenší natolik, že stabilizátor již nestabilizuje (pod 17 V).

Nemůžete-li zajistit dostatečnou velikost napájecího napětí pro koncový zesilovač, použijte raději zapojení z obr. 40 nebo 41.



Obr. 40. Zjednodušené napájení zdrojů proudu v koncovém zesilovači



IO	Číslo vývodu			R [kΩ]
	IN	OUT	GND	
MAC 01	2	6	4	2,7
7805	B	E	C	1,2
MA 723	8	4	5	1,8

Obr. 41. Úprava napájení zdrojů proudu v koncovém zesilovači

Jako třívodkový stabilizátor můžeme použít např. obvody MAC01, 7805 nebo i část obvodu 723. Rezistor R volíme vždy tak, aby jím procházel proud asi 3 mA.

Tranzistory T4, T5 a T7 až T10 musí být dimenzovány s rezervou na plné napájecí napětí zdroje. Při napájecím napětí ± 24 V musí vydržet nejméně 50 V. Tranzistory T1 až T3 a T13 stačí na napětí poloviční.

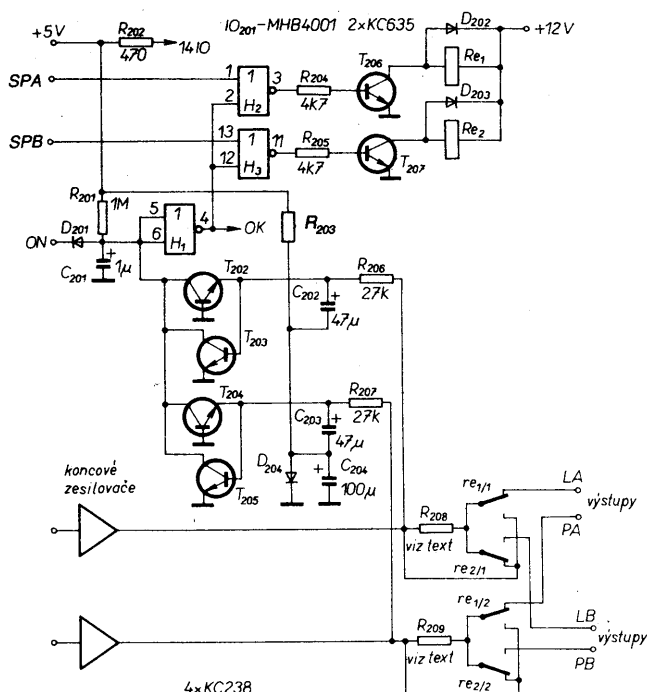
Na desce s plošnými spoji jsou dva kanály koncového zesilovače a obvod pro připojení reproduktorů. Jeho zapojení je na obr. 42. Součástky jednoho kanálu jsou číslovány podle schématu, druhého čísla o 100 většími. Součástky obvodu pro připojení reproduktorů jsou (kromě relé) očíslovány od čísla 201.

Po zapnutí zesilovače se na vstupu ON objeví log. 1. Kondenzátor C201 se nabíjí

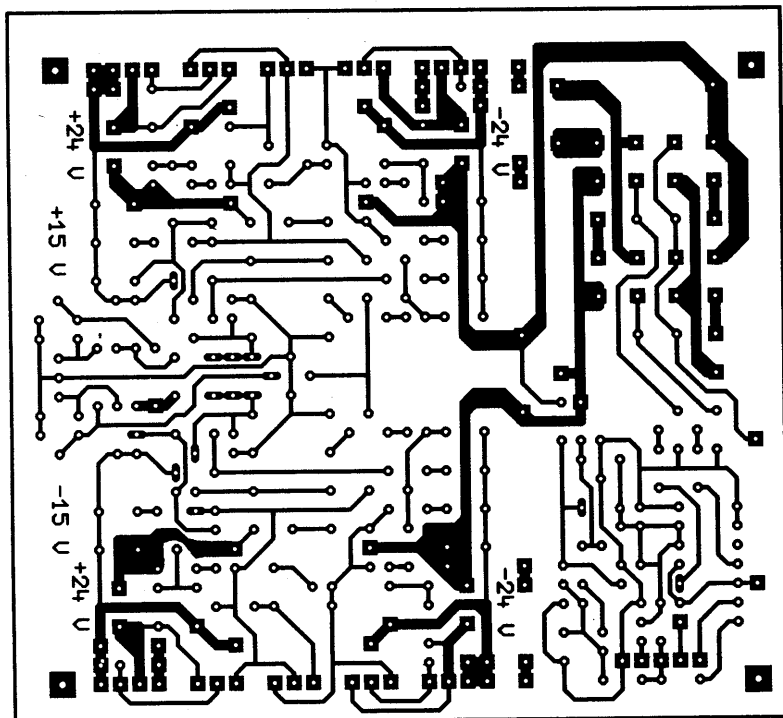
a po prodlevě určené přibližně časovou konstantou $R201 \times C201$ se hradlo H1 překlápí. Na jeho výstupu se objeví log. 0 a teprve potom mohou být připojeny reproduktory (přes kontakty relé). Odstraní se tak lupnutí, které by jinak vzniklo při zapnutí přístroje. Reproduktory se připojují pomocí logických signálů na vstupech SPA a SPB. Je-li například na vstupu SPA log. 0 a na vstupu SPB log. 1, relé připojí reproduktory A. Při vypnutí zesilovače mikropočítač naopak nejdříve nastaví logické signály SPA a SPB do log. 1, čímž se odpojí reproduktory a teprve pak se zesilovač vypne. Z výstupu hradla H1 je také vyveden signál „OK“ pro indikaci stavu zesilovače.

Další část zapojení pracuje jako ochrana reproduktorů před stejnosměrným napětím. Přes rezistory R206 a R207 se odeberá nízkofrekvenční signál z výstupů koncových zesilovačů. Střídavá složka se odfiltruje kondenzátory C202 a C203. Obsahuje-li signál stejnosměrné napětí větší než $\pm 0,5$ V, otevře se některý z tranzistorů T202 až T205. Kondenzátor C201 se vybije, čímž se odpojí reproduktory. Aby nemusely být na místě C202 a C203 použity bipolární kondenzátory, vytváří se pomocí rezistoru R203, diody D204 a kondenzátoru C204 malé opěrné napětí, které zajistí správnou funkci i při použití běžných elektrolytických kondenzátorů.

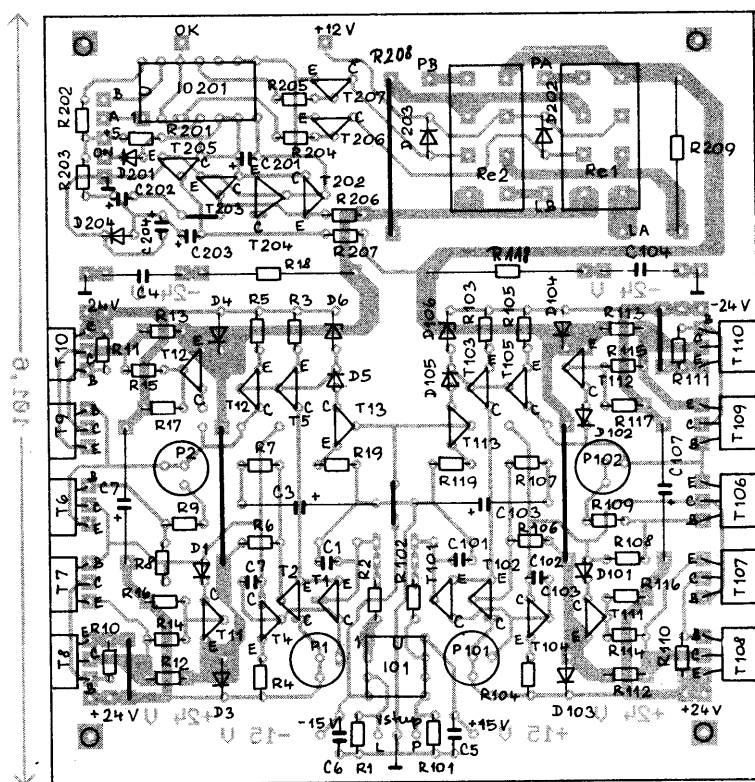
Pokud jsou připojeny dvojce reproduktorové soustavy s impedancí 4 Ω , je celková zátěž zesilovače jen 2 Ω . Při pokojové hlasitosti to není na závadu, při plném výkonu může již být proud tekoucí koncovými tranzistory tak velký, že ochrana proti zkratu jej omezí dříve, než výstupní napětí dosáhne maximálního rozkmitu. V každém případě se podstatně zvětší zátěž koncových tranzistorů, které se více ohřívají. Je-li to na závadu – zvláště používáme-li koncový zesilovač napájený napětím větším než ± 24 V – zapojíme místo propojek R208 a R209 rezistory s odporem 1,8 až 2,2 Ω , dimenzované na dostatečný výkon.



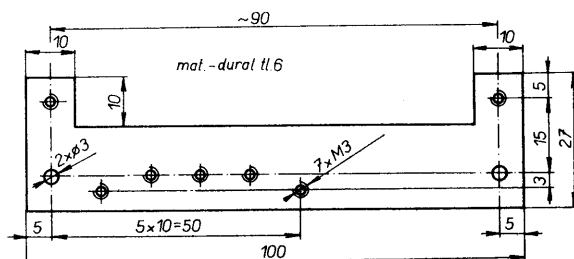
Obr. 42. Obvod pro připojení reproduktorů



Obr. 43. Deska s plošnými spoji koncového zesilovače (Z223)



Obr. 44. Rozmístění součástek na desce Z223 koncového zesilovače



Obr. 45. Podložka pro připevnění tranzistorů k chladiči

Koncový zesilovač je postaven na desce s plošnými spoji podle obr. 43 a 44. Deska je přizpůsobena pro použití tranzistorů v plastových pouzdrech. Tranzistory jsou přes slidové podložky přišroubovány k duralovému dílu podle obr. 45. Jako vlastní chladič lze pro menší výkony použít hliníkové dno zesilovače, pro větší výkony žebrovaný profil. Pokud použijete tranzistory v kovových pouzdrech, měly by být spoje mezi deskou zesilovače a tranzistorem co nejkratší. Nezapomeňte, že z důvodů těsné tepelné vazby musí být na chladiči umístěny i budící tranzistory T7 a T9 a tranzistor T6.

Miniaturní relé QN 599 25 se používají v radiostanicích TESLA. Pokud je neseženete, použijete jiná vhodná relé (např. RP700), která umístíte mimo desku s plošnými spoji. Rezistory R12 a R13 jsou vytvořeny z odporového drátu. Pokud je seženete hotové, stačí je dimenzovat na výkon 0,5 W.

Před připojením napájecího napětí zkontrolujeme desku s plošnými spoji, nemá-li zkrat mezi spoji, zda je bezchybně osazena součástkami a zda jsou tranzistory dobře izolovány od chladiče. Každá chyba může mít vážné následky, protože koncový zesilovač je připojen přímo k poměrně tvrdému zdroji napětí. Proto doporučuji při uvádění do chodu připojit napájecí napětí z laboratorního zdroje s nastaveným omezením proudu na 50 až 100 mA. Je-li vše v pořádku, nastavíme při vstupu zesilovače zkratovaném na zem trimrem P1 nulové napětí na výstupu a trimrem P2 klidový napájecí proud asi na 20 mA v každém kanálu.

Poněkud riskantní je kontrola ochrany proti zkratu na výstupu. Na vstup zesilovače připojíme výstup z nf generátoru a na výstup připojíme jako zátěž rezistor s odporem 1 Ω . Pomalu zvětšujeme napětí z nf generátoru a osciloskopem sledujeme signál na výstupu. Při výstupním napětí 7 až 10 V (mezivrcholová hodnota, tj. asi 2,5 až 3,5 V efektivního napětí) by měl být signál symetricky omezen. Není-li tomu tak, upravíme odpor rezistorů R12 a R13. Je-li vše v pořádku, můžeme zkusit „tvrdý“ zkrat na výstupu.

Koncový zesilovač lze napájet nestabilizovaným napětím ± 20 až ± 35 V. Pro menší napájecí napětí doporučuji úpravu podle obr. 41, je však třeba zvážit, zda by nebylo vhodnější použít integrované zesilovače – např. A2030.

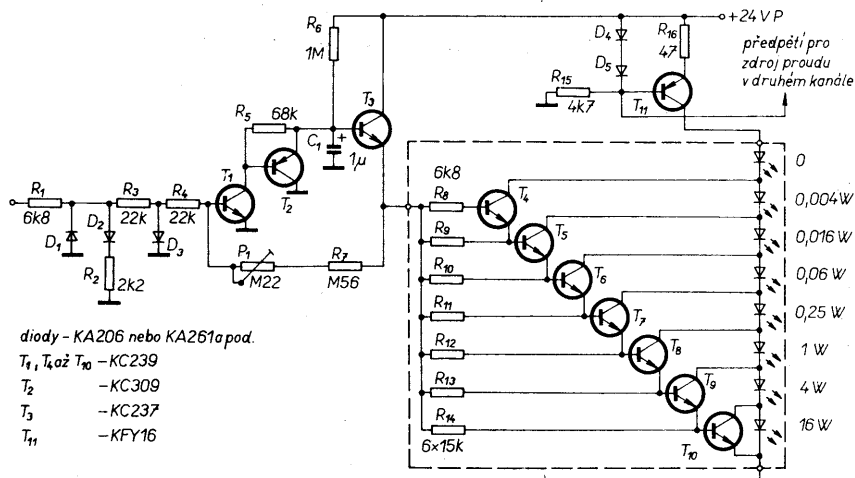
Maximální výstupní výkon se zvětšuje při zvětšování napájecího napětí. Při napětí ± 24 V je asi 30 W. Jeden kus tohoto koncového zesilovače, osazený na koncovém stupni tranzistory KD607/617, je již několik let používán v zesilovači, kde je napájen nestabilizovaným napětím ± 35 V. Výstupní výkon je větší než 70 W na kanál, přičemž napájecí napětí se zmenšuje asi na ± 30 V.

K předzesilovači můžete připojit i jiný koncový zesilovač a tak lépe využít jeho vlastností. Vhodné by bylo použít koncový zesilovač s menším zkraslením, zvláště u zesilovače s větším výstupním výkonem. Podle potřeby může mít zesilovač větší nebo menší výstupní výkon. Jako námět k zamyšlení upozorňuji na zapojení v [5], které podle mého mínění značně přesahuje svoji kvalitou požadavky kladené na zesilovač do auta (viz další článek v tomto čísle AR řady B).

3.4 Indikátor výstupního výkonu

Koncový zesilovač lze doplnit indikátorem výkonu, např. tím, který je na obr. 46. Toto zapojení se mi zdá výhodnější než použít indikátor s obvodem A277, kterému musí být předřazen detektor a logaritmický zesilovač.

Signál z koncového zesilovače je přes rezistor R1 přiveden na diody D1 a D2. Dioda D1 odřízne záporné půlvlny. Diody D2 a D3 zakřivují charakteristiku indikátoru do logaritmického tvaru. Kladné půlvlny otevírají



Obr. 46. Indikátor výkonu

ještě před spínači a vypíná se vypnutím zdrojů proudu v koncovém zesilovači. Při vypnutí přístroje totiž zanikne napájecí napětí - 15 V, které je důležité pro funkci proudových zdrojů, následkem čehož se uzavřou všechny tranzistory koncového zesilovače. Koncový zesilovač pak odebírá proud jen asi 1,5 mA, který prochází přes rezistory R12 až R17. Takto není třeba spínat příliš velké proudy, čímž se zmenší celkové ztráty a zdroj se zjednoduší.

Usměrněním napětí z pomocného vinutí získáme napájecí napětí +12 V, ze kterého obvod 7805 stabilizuje napětí +5 V pro mikropočítač a přijímač DO. Pomocí operačního zesilovače je získáno napětí -5 V.

K usměrňovacím diodám D1 až D8 jsou paralelně připojeny keramické kondenzátory 10 až 100 nF. Pozor - na obr. 47 nejsou zakresleny!

tranzistor T1, který přes tranzistor T2 vybíjí kondenzátor C1. Čím je na vstupu silnější signál, tím je napětí na C1 menší. Tranzistory T4 až T10, připojené přes emitorový sledovač, se postupně otvírají a rozsvěcují tak další diody LED.

Teplotní závislosti jednotlivých prvků se navzájem kompenzují, a proto je vhodné umístit celý indikátor na jedinou desku. Zapojení svádí umístit rezistory R8 až R14 a tranzistory T4 až T10 na čelní panel mezi diody LED, zbytek na samostatnou desku a obě části propojit pouze třemi vodiči. V tomto případě umístíme obě části tak, aby neměly během provozu příliš odlišnou teplotu. Zdroj předpětí s diodami D4 a D5 a rezistorem R15 může být společný pro zdroj proudu v obou kanálech zesilovače a pro zdroj proudu pro napájení indikačních diod LED.

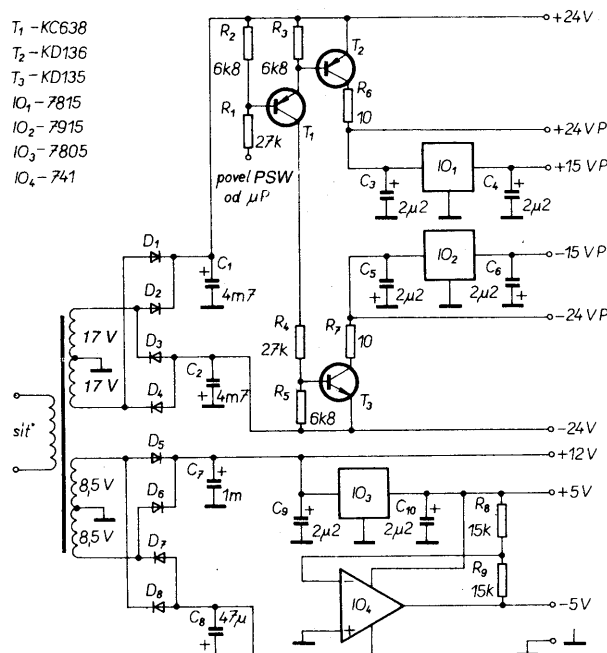
4. Zdroj

Zdroj pro zesilovač může být vyřešen různými způsoby. V nejjednodušším případě je použit jeden síťový transformátor a zesilovač zapínáme a vypínáme síťovým spínačem na přístroji. Po zapnutí lze všechny ostatní funkce řídit dálkovým ovládním.

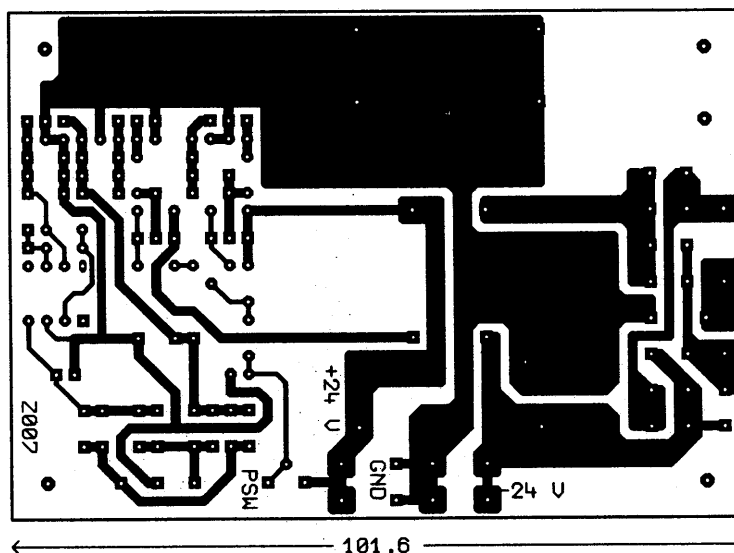
Jinou možností je použít malý pomocný transformátor, který trvale napájí mikropočítač a přijímač DO. Po zapnutí, které lze realizovat dálkovým ovládním, relé připojí síťové napětí na druhý transformátor pro napájení ostatních částí zesilovače.

Další možnou variantou je použít jeden síťový transformátor, trvale připojený k síti. Trvale je pak napájen mikropočítač a přijímač DO. Po zapnutí dálkovým ovládním se připojí napájení pro zbytek zařízení. Napájecí napětí může být připojeno pomocí relé nebo tranzistorů. Při použití této varianty musí být transformátor navržen tak, aby snesl trvalé připojení k síti. Dále je vhodné, aby měl malé ztráty. Dosáhneme toho výběrem vhodného jádra a použitím malého sycení. Nejvhodnější je toroidní jádro, dále pak jádro C, pak tenké plechy M. Nejméně vhodné jsou tlusté plechy EI. Zmenšení sycení jádra dosáhneme navinutím většího počtu závitů: Počet závitů určený výpočtem nebo z tabulek zvětšíme o 20 až 30 %. Pro stejný výkon pak však musíme použít větší transformátor.

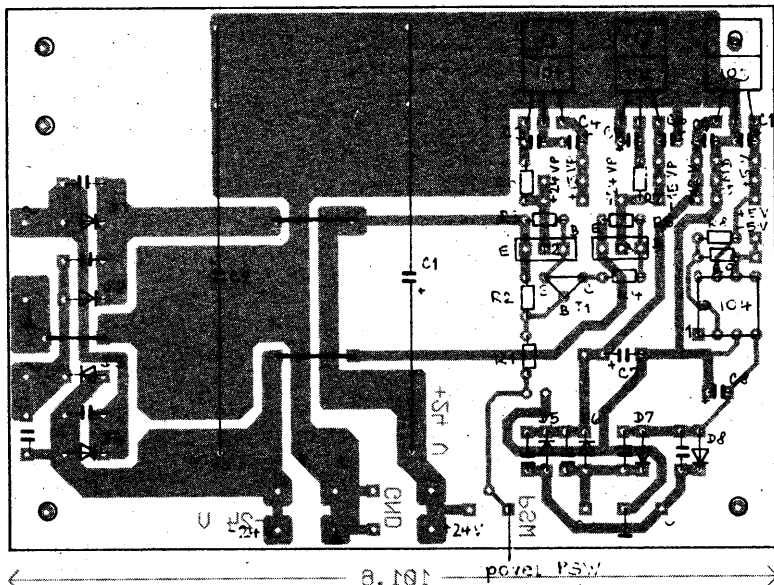
Ve svém zesilovači jsem použil poslední variantu. Zapojení zdroje je na obr. 47. Povel pro zapnutí přichází přes rezistor R1 na bázi tranzistoru T1. Napájecí napětí ± 24 V je spínáno tranzistory T2 a T3. Toto napětí se používá pro napájení indikačních obvodů a stabilizátorů +15 a -15 V. Koncový zesilovač je připojen přímo na napětí ± 24 V



Obr. 47. Zapojení zdroje



Obr. 48. Deska s plošnými spoji pro zdroj (Z224)



Obr. 49. Rozmístění součástek na desce Z224 zdroje

4.1 Napájení zdrojů signálu

Vyvedeme-li ze zesilovače napětí ± 24 V, můžeme tímto napětím spínat relé, které připojí síťové napětí pro napájení dalších přístrojů. Nechceme-li však, aby byly zapnuty všechny přístroje po dobu zapnutí zesilovače, můžeme použít např. výstupy povelu RESERVA pro ovládání relé spínajících napájení.

Použitá literatura

- [1] Mikropočítač 8048. Sdělovací technika č. 3/83.
- [2] Zdeněk, J.: Číslcová a impulsová technika. Doplňkové scriptum ČVUT.
- [3] AR-B č. 6/87, s. 211 až 240.
- [4] Sýkora, B., Dudek, P.: Předzesilovače pro přenosku s pohyblivým magnetem. AR-A č. 2/1990, s. 65 a AR-A č. 3/1990, s. 105.
- [5] Dudek, P.: Elektronika v automobilu. Příloha AR 1990, s. 16 (Nf zesilovače do auta).

5. Seznam součástek

V rozpisce nejsou z důvodů vzrůstajících možností nákupu zahraničních součástek přesně specifikovány typy. Pokud není uvedeno jinak, jsou všechny rezistory v miniaturním provedení (typ TR 151, TR 191, TR 212a nebo obdobné). U kondenzátorů je zkratkou uvedeno o jaký typ se jedná: K – keramický, S – svitkový, E – elektrolytický, T – tantalový (kapka). Diody – není-li uvedeno jinak – mohou být typu KA261, KA501, KA206 apod., na jejich typu příliš nezáleží. Já již několik let používám diody z výprodejních modulů počítačů. Použité tranzistory lze rozdělit do několika základních typů – např. tranzistor KC238 je možno bez problémů nahradit typem KC148, ale i (po přihlédnutí k velikosti napájecího napětí) typem KC507 až 9, 147 až 9, 237 až 239. Je-li ve schématu uveden tranzistor KC239, míní se tím tranzistor s větším proudovým zesilovacím činitelem ($\beta > 300$). Tranzistory KC635 lze nahradit typem KC637 nebo 639, po úpravě desky s plošnými spoji i typem KF508, KFY46 apod. Ob-

dobně lze zaměnit tranzistory KC307 až 9 za tranzistory BC177 až 9, resp. BC157 až 9. Tranzistory KC636 lze nahradit typem KC638 či 640, případně KF517, KFY18, KFY16.

Řídící mikropočítač

Rezistory

R1, R9, R10	27 k Ω
R2	4,7 k Ω
R3, R4, R7	2,7 M Ω
R5	680 k Ω
R6	330 Ω
R8	150 Ω
R11	3,3 k Ω
R12, R16	470 Ω
R13, R14, R15	47 Ω
R17 až R24	10 až 100 k Ω

Kondenzátory

C1, C2	22 pF, K
C3	470 pF, K
C4	2,2 μ F, T, E
C5	270 pF, S
C6	180 pF, S
C7	3,3 (5) μ F, E
C8, C9	100 nF, T, E, K
C10	0,22 μ F, T, E
C11	100 nF, K
C12	47 μ F, T

Polovodičové součástky

IO1	U807D
IO2	8748
IO3	4069UBE
T1 až T4	KC237, 238
T5, T7	KC635
T6, T9, T10, T11	KC636
T8	není použit
D1 až D8	KA261

Ostatní

L1	150 μ H, viz text
L2	20 μ H, viz text

Indikace hlasitosti (obr. 3, popř. 4)

Rezistory

R1	47 Ω
R2	330 Ω
P1	1 k Ω

Polovodičové součástky

IO	U192D (MHB190)
T	KC636
diody Si	KA261
LED	v barvě displeje
jedenapůlmístný displej LED, společná katoda	

Indikace hloubek, výšek a stereofonní váhy (obr. 6)
(V zesilovači je tento obvod použit třikrát!)

Rezistory

R201	18 k Ω
R202	22 k Ω
R203	27 k Ω

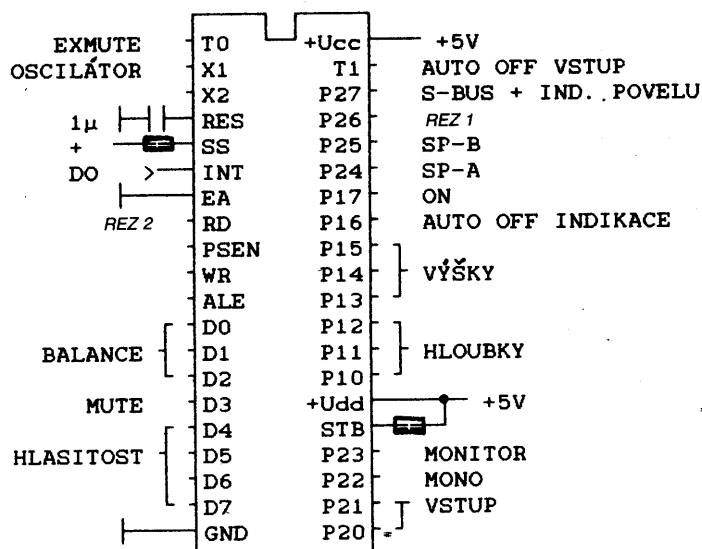
Polovodičové součástky

IO201	4001
T201 až T203	KC238 apod.
D201 až D204, D208	KA261 apod.
D205 až D207	LED

Indikační obvody (část obr. 10)

Rezistory

R101 až R105	5,6 k Ω
R106 až R111	27 k Ω



č. vývodů

1	40
2	39
3	38
4	37
5	36
6	35
7	34
8	33
9	32
10	31
11	30
12	29
13	28
14	27
15	26
16	25
17	24
18	23
19	22
20	21

Obr. 50. Zapojení vývodů obvodu 8748 na programovaného pro řízení zesilovače

R112	47 Ω
R113	15 k Ω

Polovodičové součástky

IO101	4051
T101 až T115	KC238 apod.
T116	KC308 apod.
T117	KC636 apod.
D101 až D106	KA261 apod.
D107 až D116	LED

Indikace zapnutí a stavu (obr. 11)

Rezistory

R1, R2	27 k Ω
R3	100 k Ω
R4	4,7 k Ω

Polovodičové součástky

IO1	MA1458
D1, D2	KA261 apod.
D4, D3	dvoubarevná LED

Vysílač DO (obr. 14)

Rezistory

R1	6,8 k Ω
R2	150 Ω
R3	1,2 Ω
R4	56 Ω

Kondenzátory

C1	270 pF, S
C2	180 pF, S
C3	220 pF, K
C4	22 μ F, E
C5	200 μ F, E

Polovodičové součástky

T1, T3	KC238
T2	KC635
IO	U807D
D1, D2	VQA125 nebo pod.

Ostatní

L	asi 20 μ H, viz text
---	--------------------------

Přijímač DO, varianta 2 (obr. 18)

Rezistory

R1	2,2 k Ω
R2, R4	10 k Ω
R3	1,8 M Ω
R5, R6, R10	27 k Ω
R7	1 M Ω
R8	150 Ω
R9	3,3 k Ω
P1	100 k Ω
P2	22 až 68 k Ω

Kondenzátory

C1, C5, C9	2 μ F, E
C2	470 pF, K
C3, C4	1 nF, S
C6	22 pF, K
C7	4,7 nF, S
C8	220 pF, K, S
C10	1,5 nF, K
C11	22 nF, K
C12	470 pF

Polovodičové součástky

T1	fototranzistor, viz text
T2	KC238 apod.
IO1	MDA2054

Předzesilovač (obr. 26)

Rezistory

R1 až R5,	
R32, R43	1,5 k Ω
R6, R7, R28	5,6 k Ω
R8, R9, R26	470 k Ω
R10	150 k Ω
R11	12 k Ω
R12	10 k Ω
R13, R48, R52	22 k Ω
R14, R19, R21,	
R22, R44	2,7 k Ω
R15, R18, R39	3,3 k Ω
R16, R17	3,9 k Ω
R20, R27,	
R29, R38	2,2 k Ω
R23, R24	68 k Ω
R25	1 M Ω
R30, R37	1,2 k Ω
R31	680 k Ω
R33, R36	680 Ω
R34, R49, R50	27 k Ω
R35, R42	1 k Ω
R40	390 Ω
R41	560 Ω
R45	4,7 k Ω
R46	8,2 k Ω
R47	13 (12) k Ω
R51	6,8 k Ω
R53	33 k Ω
R54, R55	15 k Ω
P1	47 k Ω , TP 095

Kondenzátory

C1	2,2 nF, S
C2	10 μ F, E, viz text
C3	100 nF, S
C4, C9, C10	100 nF, K
C5	1 μ F, S
C6	470 pF, S
C7, C8	2,2 μ F, T

Polovodičové součástky

IO1 až IO6	BO82 (TLO82), viz text
IO7	MA1458
IO8	4052
IO9	4053
IO10 až IO14	4051
IO15	4011
D1, D2	KA501 (KA261, 206, ...)
D3	Zenerova dioda 9V1

Předzesilovač pro gramofon (obr. 36)

Rezistory

R1	56 k Ω
R2, R11, R16	12 k Ω
R3	22 k Ω
R4	6,8 k Ω
R5	220 Ω
R6	47 k Ω
R7	3,3 k Ω
R8	8,2 k Ω
R9	7,5 k Ω
R10	120 k Ω
R12	75 k Ω
R13	120 Ω
R14	10 k Ω
R15	180 k Ω

Kondenzátory

C1	47 μ F, T
C2	100 nF, S
C3	1 nF, S
C4	3,3 (2 až 5) μ F, T, E
C5	15 μ F, T (20 μ F, E)
C6, C7	2,2 μ F, T

Polovodičové součástky

T1, T2,	
T3, T5, T6	KC239

T4, T7, T8	KC309
D1, D2	KA261

Koncový zesilovač (obr. 39)

Rezistory

R1	100 k Ω
R2, R19	4,7 k Ω
R3	330 Ω
R4, R5	47 Ω
R6	18 k Ω
R7, R10, R11	470 Ω
R8	1,2 k Ω
R9	1 k Ω
R12, R13	0,1 Ω , viz text
R14, R15	150 Ω
R16, R17	15 k Ω
R18	8,2 Ω /2W

Kondenzátory

C1	270 pF, S, K
C2	5,6 pF, K
C3	80 μ F, TE 151
C4	100 nF, S
C5, C6	2,2 μ F, T
C7	10 μ F, TE 156

Polovodičové součástky

IO1	BO82
T1 až T3, T11	KC238
T4	KC307
T5	KC237
T6, T7	KD137
T8	BD244C
T9	KD138
T10	BD243C
T12, T13	KC308
D1, D2, D5	KA261
D3, D4	KY132/80 (1N4003)
D6	KZ260/12

Ochrana a připojení reproduktorů (obr. 42)

Rezistory

R201	1 M Ω
R202	470 Ω
R203	15 k Ω
R204, R205	4,7 k Ω
R206, R207	27 k Ω
R208, R209	drátová propojka, viz text

Kondenzátory

C201	1 μ F, E, T
C202, C203	47 μ F, E, T
C204	100 μ F, E

Polovodičové součástky

IO1	4001
T201	ze zapojení vypuštěn
T202 až T205	KC238
T206, T207	KC635
D1 až D4	KA261

Ostatní

Re1, Re2	QN 559 25
----------	-----------

Indikátor výkonu (obr. 46)

Rezistory

R1, R8	6,8 k Ω
R2	2,2 k Ω
R3, R4	22 k Ω
R5	68 k Ω
R6	1 M Ω

Nf zesilovač 150 W/4 Ω, DPA 280 a 500 W/4 Ω, DPA 100

Pavel Dudek

Loni na podzim vyšla konstrukční příloha AR, v níž byly popsány jakostní nf zesilovače pro použití v autě. Protože jsme v redakci od té doby postavili několik těchto zesilovačů a ověřili si tak jak jejich vynikající vlastnosti, tak možnost napájet je ze síťového zdroje, a protože jsme neustále žádání o popisy „parních“ zesilovačů (tj. nejméně kolem 200 W na kanál), rozhodli jsme se nejlepší v příloze publikovaný zesilovač uveřejnit znovu spolu se síťovým zdrojem a autor na naše přání popis zesilovače DPA 280 doplnil i zesilovačem 2× 500 W, DPA 1000.

Redakce

V konstrukční příloze AR 1990 jsem popsal několik zesilovačů pro motorová vozidla. Jak se zdá, článek měl velmi slušný ohlas, neboť jsem dostal mnoho pěkných dopisů (naprostou většinu ze Slovenska). Čtenáři se v nich navíc zpravidla ptali, jak modifikovat typ DPA 280 na síťové napájení a větší výkon; o této možnosti jsem se totiž v článku pouze zmiňoval. Všem jsem osobně odpověděl, ale protože se podle sdělení redakce žádosti o uveřejnění konstrukčního návodu na stavbu výkonového zesilovače stále množí, popíši v dalším textu jednak zesilovač DPA 280 a jeho úpravy pro síťové napájení a jednak zesilovač DPA 1000.

DPA 280

Výstupní výkon: 2× 80 W/4 Ω, 2× 60 W 8 Ω až 2× 150 W/4 Ω, popř. 2× 125 W/8 Ω.

Kmitočtová charakteristika: 20 Hz až 100 kHz/ -3 dB.

Zkreslení: menší než 0,1 %/100 W/4 Ω, menší než 0,05 %/80 W/8 Ω.

Odstup: lepší než 90 dB.

Zesílení: 26.

Citlivost: 770 mV/100 W/4 Ω.

Polovodičové součástky: 21 tranzistor, 10 diod.

Nedostatečnost naší součástkové základny se projeví především při stavbě velmi výkonných nf zesilovačů – s dostupnými a relativně levnými tranzistory tuzemské vý-

roby, zapojenými běžným způsobem, lze při komplementárním zapojení dosáhnout výkonu jen asi 50 až 60 W/4 Ω. Omezujícím činitelem jsou především malá závěrná napětí tranzistorů řady KD600, popř. nepřilíš velké napětí, pro které je zaručován druhotný průraz.

Ve svých zesilovačích proto používám již řadu let sériové zapojení koncových a budičích tranzistorů – mizivá poruchovost potvrzuje správnost tohoto řešení.

Zapojení (obr. 1) má klasické uspořádání: vstupní diferenciální zesilovač a zdroj proudu (T1 až T3), rozkmitový stupeň (T4 až T7), nastavení klidového proudu a jeho teplotní stabilizace (T8, T9), pojistka (T10, T11) a výkonový stupeň (T12, až T21).

Kolektorový proud tranzistorů diferenciálního zesilovače určuje dioda D3 a rezistor R6, jeho velikost je proto asi 1 mA. Vyváženost proudu obou bází diferenciálního zesilovače zaručuje vhodná velikost odporu rezistorů R2, R11 a R12. Malou nevyváženost, danou rozptylem zesilovačích činitelů, která se projevuje jako výstupní napěťový posuv, lze vykompenzovat trimrem R3. Člen RC zapojený mezi bázemi zlepšuje kmitočtovou stabilitu zesilovače.

Rozkmitový stupeň tvoří druhý diferenciální zesilovač (T4, T5). Lokální zpětné vazby zlepšující stabilitu celého zesilovače tvoří kondenzátory C6 a C7. Tranzistor T6, pracující v zapojení SB, zmenšuje napěťové namáhání T4, případně zmenšuje jeho ztrátový vý-

kon (napětí U_{CE} obou tranzistorů je přibližně stejné, tj. polovina napájecího napětí). Vyváženost kolektorových proudů zaručuje stejný odpor rezistorů R17 a R18, úbytek napětí na přechodu BE tranzistoru T7 je kompenzován diodou D4. Tranzistor T7 je jediná součástka, kterou je nutné vybírat. Napětí U_{CE} tohoto tranzistoru je při plném rozkmitu rovno napětí napájecímu, tj. 100 V. Závěrné napětí by proto mělo být minimálně 110 V (tranzistory BF257 mají garantované napětí $U_{CE} = 150$ V, proto se vybírat nemusí). Požadavek lze však snadno splnit, neboť měřením většího počtu tranzistorů KFY18 (případně i KFY16) zjistíte, že jejich běžné závěrné napětí je 90 až 100 V a zhruba u 20 % je větší než 110 V, ačkoli výrobce zaručuje jen 50 V. Diody D1 a D2 zamezují saturaci druhého diferenciálního zesilovače při limitaci výstupního signálu. Rychlost rozkmitového stupně zmenšuje člen RC, R16 a C9.

Klidový proud koncových tranzistorů se nastaví pootevřením tranzistoru T9, teplotní stabilizace je zajišťována tranzistorem T8, který je připevněn na chladiči koncových tranzistorů. Klidový proud se reguluje trimrem R21. Dynamické vlastnosti obvodu zlepšuje kondenzátor C8.

Pojistka proti proudovému přetížení má klasické zapojení. Průchodem proudu rezistorem R37 (R40) se na něm vytvoří úbytek napětí, kterým se otevře T10 (T11) a zkrátuje buzení. Aby pojistka reagovala pouze při zkratu na výstupu a nikoli při běžném provozu zesilovače, je její působení zpožděno kondenzátorem C10 (C11).

Koncové a budičí tranzistory jsou zapojeny v sérii a jsou proto v klidovém stavu namáhány napětím asi 25 V. Při plném rozkmitu výstupního napětí je maximální napětí U_{CE} na jednom tranzistoru 50 V. Jedinou nevýhodou zapojení je poněkud menší účinnost, neboť se sčítají saturační napětí, ale to v praxi vůbec nevede. Správné rozdělení ss napětí na jednotlivých tranzistorech určuje dělič složený z rezistorů R31, R32 a R35 (R38, R41 a R44). Plnému rozkmitu výstupního napětí při zatížení zesilovače napomáhají „bootstrapové“ kondenzátory C12 a C13. Kondenzátory C14 a C15 zlepšují stabilitu tohoto stupně, diody D9 a D10 potlačují případné napěťové špičky způsobené indukční zátěží. Stabilitu celého zesilovače zlepšuje Boucherotův člen zapojený na výstupu.

Zemní smyčky ve vstupním obvodu jsou potlačeny rezistorem R14, přes který je uzemněna střídavá vazba. Připojením zdroje signálu se zpětná vazba uzemní do stejné-

Zdroj (obr. 47)	
R7	560 kΩ
R9 až R14	15 kΩ
R15	4,7 kΩ
P1	220 kΩ
R16	47 Ω
Kondenzátory	
C1	1 μF, E
Polovodičové součástky	
T1, T4 až T10	KC239
T2	KC309
T3	KC237
T11	KFY16 apod.
D1 až D5	KA261
D6 až D13	LED
Rezistory	
R1, R4	27 kΩ
R2, R3, R5	6,8 kΩ
R6, R7	10 Ω/1 W
R8, R9	15 kΩ
Kondenzátory	
C1, C2	4700 μF, E
C3 až C6,	
C9, C10	2,2 μF, T
C7	1000 μF, E
C8	47 μF, E
C9 až C16	15 nF/100 V, K

Polovodičové součástky

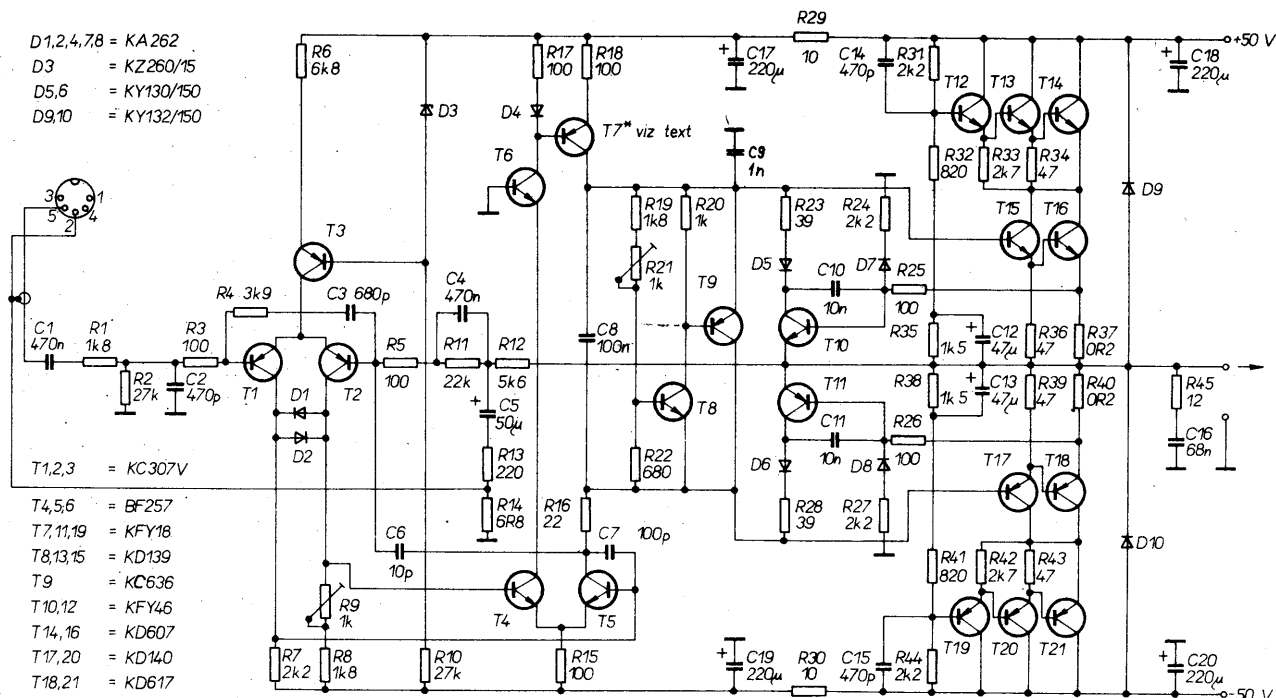
IO1	7815
IO2	7915
IO3	7805
IO4	741
T1	KC638
T2	KD136
T3	KD135
D1 až D4	1N5402
D5 až D8	1N4003
	(KY132/80)

Ostatní

síťový transformátor podle potřeby 40 až 100 W, primární vinutí 220 V, sekundární 2× 18 V (15 až 24 V, 2 až 5 A, viz text) a 2× 8,5 V/0,3 A

Disketu s komentovaným výpisem programu v assembleru lze získat na dobírku na adrese autora: Ing. Jaroslav Belza, Pod strání 2220/22, 100 00 Praha 10. Disketa bude kromě výpisu programu obsahovat i křížový překladáč pro 8048 (public domain), disassembler a konverzní program, který ze souboru ve formátu Intel-Hex vytvoří výpis programu ve tvaru hexadecimálního dumpu – viz výpis programu v tomto čísle. Dále budou zaznamenány všechny chyby, vzniklé při zpracování popisu konstrukce, které budou autorovi známy.

Cena je 100 Kčs + cena diskety + poštovné, tj. asi 150 Kčs.



Obr. 1. Schéma zapojení koncového nf zesilovače DPA 280

ho bodu, nesmíme proto ve vstupním konektoru spojit špičku 2 s kostrou zesilovače.

Tranzistory T4 až T7 pracují s trvalou kolektorovou ztrátou asi 900 mW, musí být proto opatřeny chladičem. Chladič musí mít i budící tranzistory T13, T15, T17, T20; vyrobíme jej z vhodného hliníkového profilu tvaru U o délce asi 25 mm. Profily mohou mít různou výšku žebra, deska s plošnými spoji je proto navržena tak, aby se tranzistory daly zapájet do pravidelných rozestupů.

Na obr. 2 je deska s plošnými spoji dvou kanálů výkonového zesilovače DPA280. Návrh desky se spojí pro zdroj je na obr. 2a.

Oživení

K oživení potřebujeme ss voltmetr, osciloskop, nf generátor, regulovatelný zdroj 0 až 20 V/3 A; pro snazší nastavení koncového zesilovače regulovatelný ss zdroj 0 až ± 50 V; 200 až 300 W (například zdroj nějakého koncového zesilovače, jemuž předřadíme regulační transformátor) – tento zdroj není ovšem podmínkou. Dodržte-li popsaný postup prací, nejsou s oživením žádné problémy. Přes všechnu pečlivost, kterou věnujeme výrobě přístroje, se může stát, že některá součástka je vadná. Nepomůže ani jejich přeměření před osazením, neboť například špatné kontaktování součástky na vlastní vývody se zpravidla projeví až po tepelném šoku způsobeném pájením (velmi špatné – z tohoto hlediska – jsou v tomto ohledu rezistory řady TR 191). Ve výkonovém zesilovači, tedy obvodu, který pracuje s velkým napětím a velkými proudy, může vadná součástka v nepříznivějším případě způsobit i zničení celého obvodu. K ožívání je proto vhodný zdroj s nastavitelnou proudovou pojistkou, který ale v amatérské praxi nebývá běžně dostupný (minimální zdroj 0 až ± 50 V). Protože ani já nemám podobný zdroj k dispozici, používám nestabilizovaný zdroj ± 50 V/500 W, vybavený v každé větvi ampérmetrem a voltmetrem. Předřadíme-li podobnému zdroji regulační transformátor, získáme ideální pomůcku pro ožívání koncových zesilovačů. Vadnou

součástku v obvodu prozradí zpravidla neúměrně zvětšený odběr proudu. Zvětšujeme-li napájecí napětí od nuly, zvětšený odběr se projeví často již při mnohem menším napětí a protože růst proudu nebývá téměř nikdy skokový, zjistíme tímto způsobem bezpečně, že v obvodu není něco v pořádku. Měřením napětí v různých bodech zapojení (při takovém odběru proudu, který nezpůsobí zničení obvodu, což je v případě koncových zesilovačů asi 0,5 A), vytipujeme zpravidla velmi rychle vadnou součástku. Popsaný způsob ožívání proto všem vřele doporučuji. Zesilovač můžeme nicméně oživit i bez této pomůcky, v tomto případě alespoň nahradíme pojistky v napájecích větvích (za usměrňovačem) pojistkami pro asi desetkrát menší proud (asi 300 mA).

- Trimr R9 nastavíme do přibližné střední polohy, trimr R21 na minimální odpor.
- Zesilovač připojíme (máme-li tuto možnost) na regulovatelný symetrický napájecí zdroj.
- Na vstup zesilovače přivedeme signál 1 kHz (500 mV), na výstup připojíme osciloskop.
- Pomalu zvětšujeme napájecí napětí a kontrolujeme odběr proudu. Od napětí asi ± 10 V musí zesilovač začít pracovat, na výstupu se objeví symetrický limitovaný (omezený) sinusový signál.
- Nezvětšuje-li se při zvětšování napětí příliš odběr proudu, můžeme napětí zvětšit až na ± 50 V, případně na maximální napětí, které nám zdroj umožňuje.
- Zkontrolujeme napětí na kolektorech T15 a T16 (T17 a T18), kde bychom měli naměřit přibližně polovinu napětí každé napájecí větve (tolerance ± 1 V je přijatelná). Dále zkontrolujeme ss napětí na výstupu a trimrem R9 nastavíme jeho nejmenší velikost. Budou-li zesilovací činitele tranzistorů prvního a druhého diferenciálního zesilovače přibližně stejné, lze výstupní offset „vynulovat“ i pod ± 1 mV. Při nepárování tranzistorů může být offset i několik desítek milivoltů – přijatelný je ještě do ± 50 mV.

– Připojíme zátěž 4 nebo 8 Ω a zesilovač vybudíme na výstupní výkon minimálně 100 W/8 Ω , případně 150 W/4 Ω (napájecí ± 50 V). Po několika minutách budou koncové tranzistory značně zahřáté. Buzení zmenšíme natolik, aby na výstupu bylo napětí asi 1 V a přepneme generátor na 10 kHz. Na výstupním signálu uvidíme přechodové zkreslení, které odstraníme trimrem R21. Správně nastavený zesilovač má klidový odběr asi 45 až 50 mA.

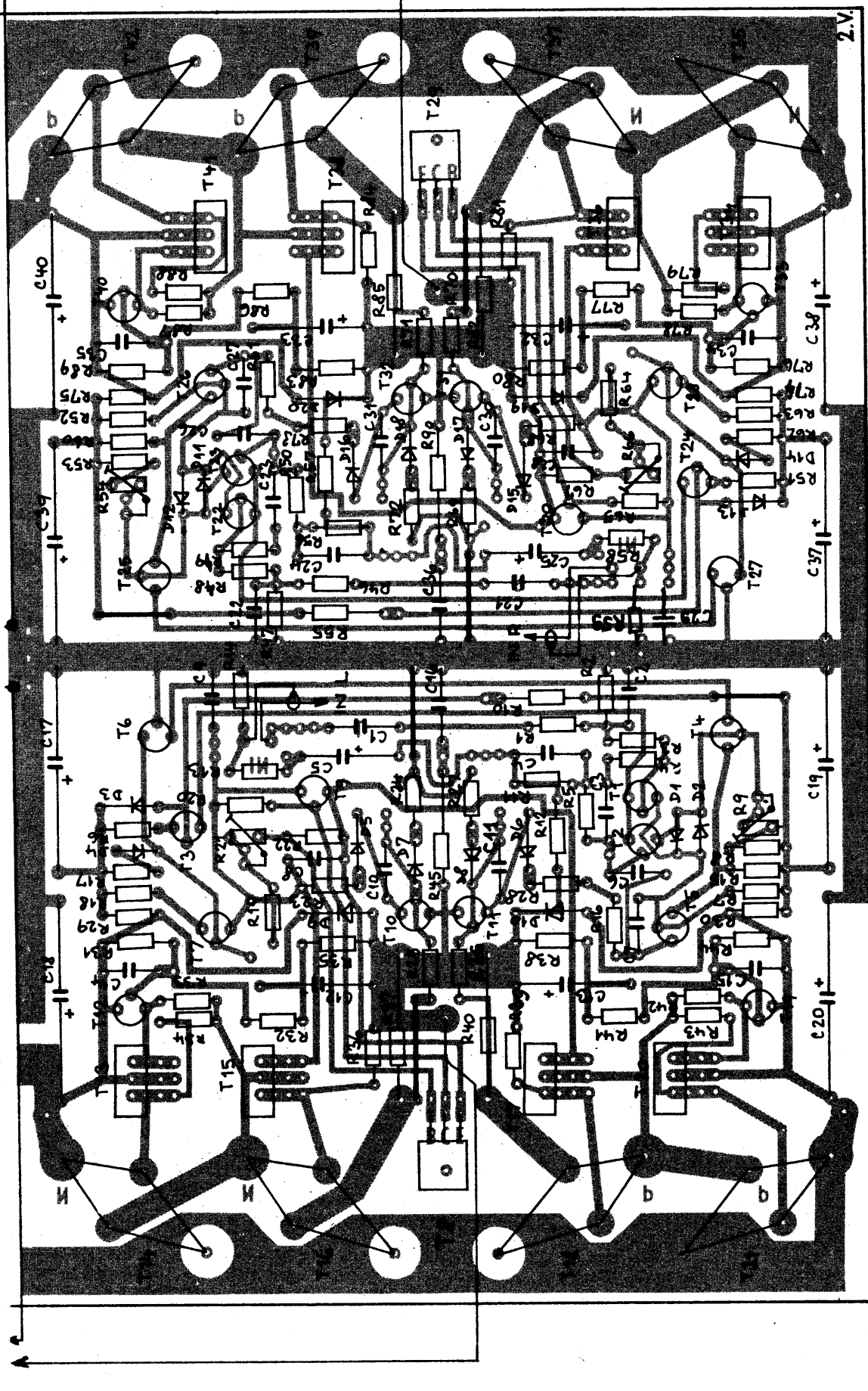
Stavba přístroje této třídy předpokládá jisté zkušenosti, proto jej nedoporučuji úplným začátečníkům. Zkušenějším určitě nebude realizace činit potíže. Byly postaveny čtyři kusy tohoto zesilovače s naprosto shodnými výsledky, potíže při ožívání nebyly žádné. Před započítím stavby musíme ještě uvážit, v jakém režimu budeme zesilovač používat a podle toho volit velikost (výšku) chladiče. Chladič výšky 50 mm je dostatečný i pro velmi velký střední výstupní výkon, zvláště použijeme-li zesilovač ve vícepásmových aktivních soustavách. Budete-li chtít zesilovač provozovat prakticky stále na plný výkon, musíte volit výšku chladiče asi 75 až 100 mm. Jako chladič je použit prakticky jediný dostupný profil, tj. číslo 4611 (katalog Kovohutě Děčín). U zesilovače DPA 280 jsou použity čtyři (poslední žebro vždy jednoho z dvojice je odřezováno, takže celkové chladič působí tak, jako by byl z jednoho kusu). Pro převod tepla z koncových tranzistorů na vlastní chladič slouží hliníkový úhelník 20×30 mm, číslo v katalogu 2640 (nebo jiný podobný profil).

Seznam součástek DPA 280

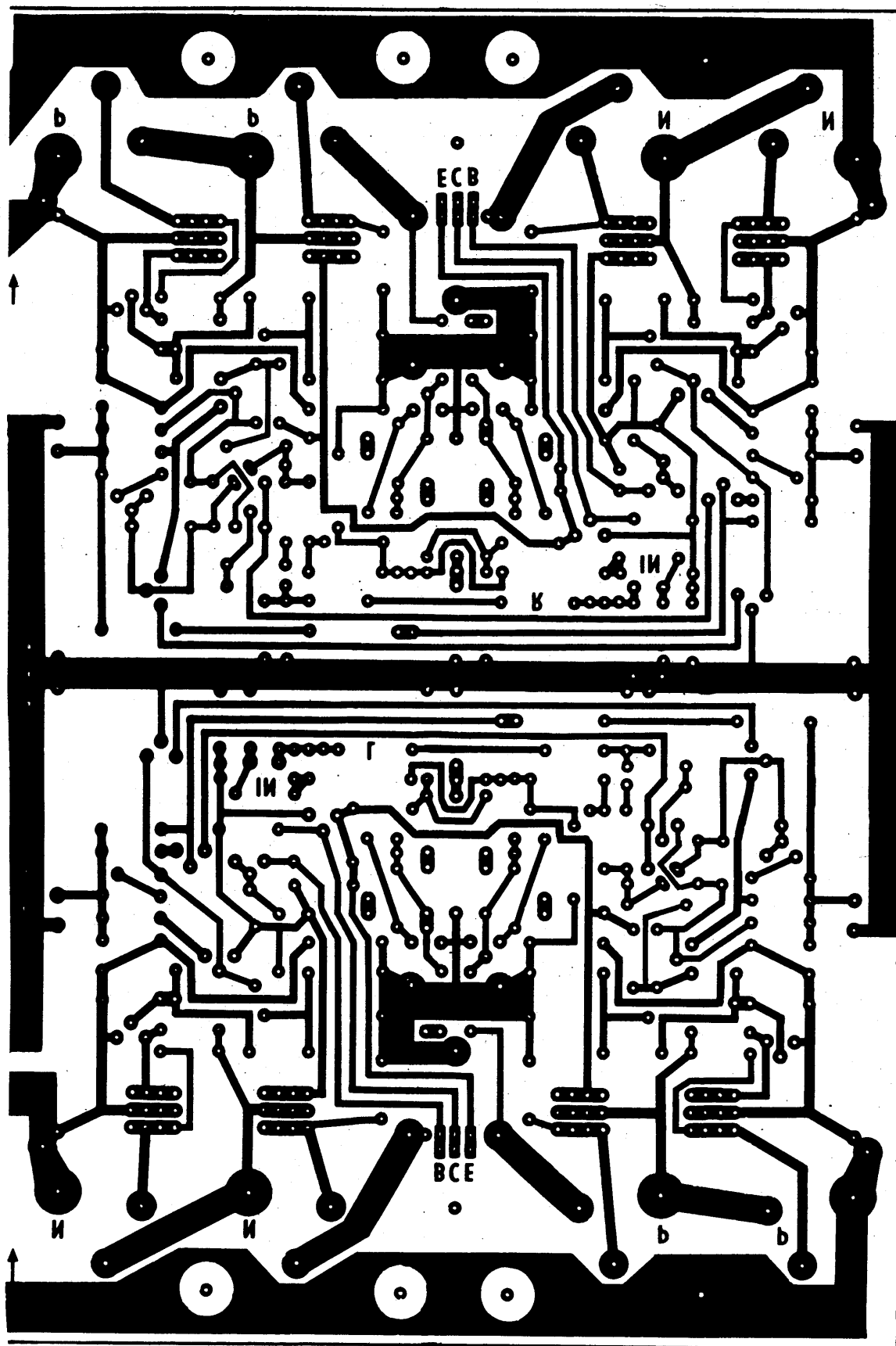
Rezistory (TR 191, 151, 212)
(pro druhý kanál jsou čísla o 45 větší)
R1, R46, R8,
R53, R19, R64 1,8 k Ω
R2, R47 27 k Ω
R13, R48, R5, R50, R15, R60,
R17, R62, R18, R63, R25, R70,
R26, R71 100 Ω

výstup R

výstup L



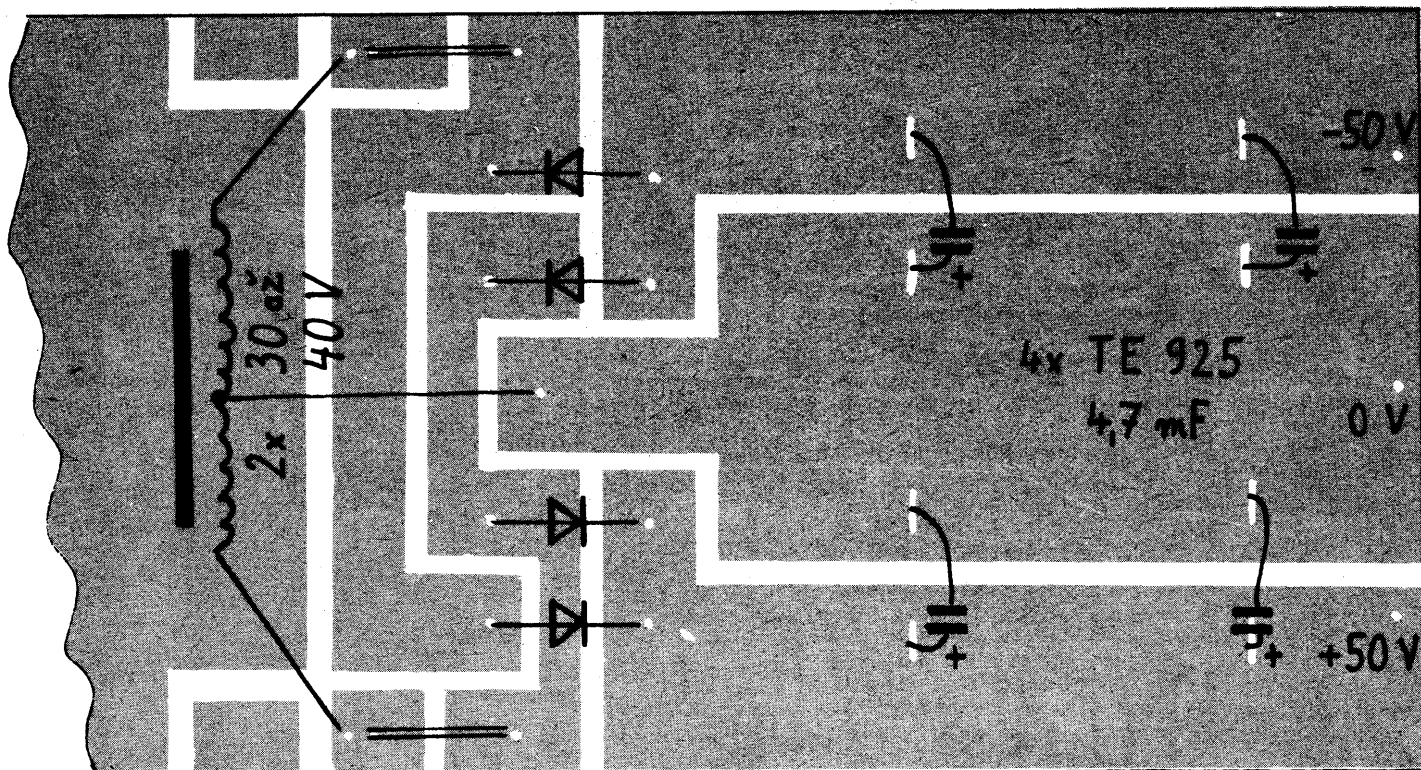
Obr. 2. Deska s plošnými spoji zesilovače DPA 280 a deska, osazená součástkami (Z225, polovina desky Y304) pro oba kanály zesilovače



R4, R49 3,9 k Ω
 R6, R51 6,8 k Ω
 R7, R52, R24, R69 2,2 k Ω
 R9, R54, R21, R66 1 k Ω , TP 010, 110
 R10, R55 27 k Ω , 0,5 až 1 W
 R11, R56 22 k Ω
 R12, R57 5,6 k Ω , 2 %, 0,5 W
 R13, R58 220 Ω , 2 %

R14, R59 6,8 Ω
 R16, R61 22 Ω
 R20, R65 1 k Ω
 R22, R67 680 Ω
 R23, R68, R28, R73 39 Ω
 R29, R74, R30, R75 10 Ω
 R31, R76, R44, R89 2,2 k Ω , 0,5 W

R32, R77, R41, R86 820 Ω , 0,5 W
 R33, R78, R42, R87 2,7 k Ω
 R34, R79, R43, R88 47 Ω



Obr. 2a. Návrh desky s plošnými spoji pro zdroj. Podle požadovaného výkonu lze použít diody podle použitého a předpokládaného odběru proudu v plastických nebo kovových pouzdrech, paralelně k diodám je vhodné zapojit kondenzátory o kapacitě 10 až 100 nF (délku desky volit podle transformátoru)

R35, R80,
R38, R83 1,5 k Ω , 0,5 W
R36, R81,
R39, R84 47 Ω
R37, R82,
R40, R85 0,2 Ω , konstantan
R45, R90 12 Ω , 2 W

Kondenzátory

(pro druhý kanál jsou čísla o 20 větší)

C1, C21,
C4, C24 470 nF, TC 215, 205, MPT
C2, C22, C14,
C34, C15, C35 470 pF, TGL 5155
C3, C23 680 pF, TGL 5155
C5, C25 50 μ F, TE 981
C6, C26 10 pF, TGL 5155
C7, C27 100 pF, TGL 5155
C8, C28 100 nF, MPT
C9, C29 1 nF, TGL 5155
C10, C30,
C11, C31 10 nF, TC 215, 237, MPT
C12, C13,
C32, C33 47 μ F, TF 009
C16, C36 68 nF, TC 215, 237, MPT
C17 až C20,
C37 až C40 220 μ F, TF 011

Tranzistory

(pro druhý kanál jsou čísla o 21 větší)

T1 až T3,
T22 až T24 KC307V (KC640)
T4 až T6,
T25 až T27 BF257 (BF258, 9)
T7, T28 KFY18 (16) viz text
T8, T29 KD139 (135, 137)
T9, T30 KC636 (638, 640)
T10, T31,
T12, T33 KFY46 (34)
T11, T32,
T19, T40m KFY18 (16)
T14, T35,
T16, T37 KD607
T17, T38,
T20, T41 KD140 (BD140)

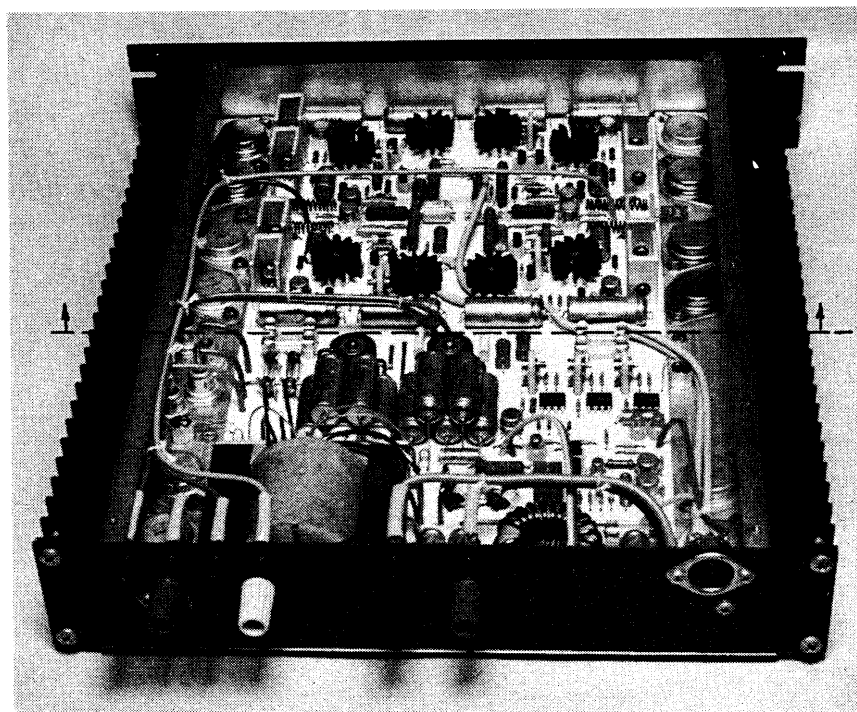
T18, T39,
T21, T42 KD617

Diody

(pro druhý kanál jsou čísla o 10 větší)

D1, D11, D2,
D12, D4, D14, D7
D17, D8, D18 KA262 (libovolné diody Si)
D3, D13 KZ260/15
D5, D15,
D6, D16, KY130/80
D9, D19,
D10, D20 KY132/150

Zesilovač DPA 280 je schopen bezpečného provozu do výkonu asi 150 W/4 Ω (sinus), popř. asi 200 W/4 Ω (špička). Síťový transformátor pro tento výkon může mít např. toto provedení:
jádro EI40 \times 50,
primární vinutí pro 220 V bude 495 závitů drátu o \varnothing 0,7 mm,
sekundární vinutí pro 2 \times 32 V bude mít 2 \times 74 závitů drátu o \varnothing 1,3 mm.
Mezi primárním a sekundárním vinutím umístíme stínící fólii (nesmí tvořit závit do zkratu!).



Původní provedení zesilovače DPA 280 na jedné desce s plošnými spoji s měničem pro napájení zesilovače z akumulátoru, popsané v Příloze AR 1990 (šipkami je označena část desky se zesilovačem)

Postačí-li výkon asi 2×100 W, použijeme transformátor jeden, cheme-li 2×150 W, musíme použít transformátory dva nebo jeden transformátor většího výkonu. Minimální kapacita vyhlazovacích kondenzátorů je $5000 \mu\text{F}$ při bimonaurálním provedení, tj. při použití dvou transformátorů, při společném zdroji s jedním transformátorem nejméně $10\,000 \mu\text{F}$ (10 mF).

Lze použít i toroidní jádro ČJK 374 211 997 040, např. z družstva Obzor, typ 050140A, se sekundárním vinutím $2 \times 38 \text{ V}$, $1,5 \text{ A}$, a to pro výstupní výkon větší než 100 W .

Zesilovač DPA 1000

Základní zapojení (DPA 280) lze modifikovat i pro větší výstupní výkony. Nejjednodušším řešením je použít výkonové tranzistory s větší kolektorovou ztrátou a větším kolektorovým proudem, kterých se ve světě vyrábí nepřeberné množství. Velmi dobré moderní tranzistory obsahuje i předběžný nabídkový katalog TESLA – jedná se o komplementární typy KD15003/KD15004 s $P_C = 250 \text{ W}$, $U_{CEO} = 140 \text{ V}$, $I_C = 20 \text{ A}$. Zesilovač, osazený těmito tranzistory bude schopen pracovat s napájecím napětím $\pm 56 \text{ V}$ (i větším) a dodá do zátěže 4Ω výkon asi 220 až 230 W .

Osobně jsem však ověřil již před časem zapojení, v němž jsou výkonové tranzistory na příslušných pozicích zdvojeny. Tato varianta vznikla v době, kdy nebyly dostupné žádné lepší tranzistory než KD607/KD617. Zapojení zesilovače je na obr. 3. Dosažené parametry jsou přibližně shodné s parametry DPA 280, až samozřejmě na větší výstupní výkon. Zesilovač při napájení napětím $\pm 50 \text{ V}$ odevzdá do čtyřohmové zátěže asi 200 W , do dvouohmové pak více než 300 W . Při napájecím napětí $\pm 56 \text{ V}$ bude výstupní výkon asi 220 až $230 \text{ W}/4 \Omega$, popř. asi $350 \text{ W}/2 \Omega$.

Tranzistory pracující paralelně by měly být párovány, tolerance by neměly být větší než asi 25% a to především při velkých kolektorových proudech. Pro oživení a nastavení zesilovače platí stejný postup jako u DPA 280.

Pro odvod tepla z výkonových tranzistorů použijeme hliníkový plech tloušťky asi 5 až 6 mm nebo stejně tlustý profil tvaru L, který potom přišroubujeme k vlastnímu chladiči. Při montáži výkonových tranzistorů musíme dát pozor, aby se vzájemně dotýkaly pouze ty z nich, které pracují paralelně. Důvodem těsného uspořádání (deska s plošnými spoji je na obr. 4) byla potřeba, umístit dva zesilovače vedle sebe do „mechaniky“ $19''$, tj. do rozměru 420 mm .

Zesilovač jsem řešil jako čtyřkanálový, aby bylo možno vždy dva a dva moduly zapojit do můstkového provozu. Použil jsem dva síťové transformátory (navijací předpis uveden dále) a aktivní chlazení ventilátorem, protože výstupní výkon je již značně velký. Zesilovač, přezdívaný „Mamut“, odevzdá v můstkovém provozu při síťovém napětí 220 V asi $2 \times 350 \text{ W}$ do zátěže 8Ω , $2 \times 500 \text{ W}$ do 4Ω , popř. při síťovém napětí 240 V $2 \times 400 \text{ W}/8 \Omega$ a $2 \times 600 \text{ W}/4 \Omega$.

Jen pro zajímavost uvádím, že pěti těmito zesilovači bylo ozvučeno loňské a předloňské finále Porty v amfiteátru Lochotín a i další velké akce.

Síťový transformátor pro DPA 1000 ($2 \times 500 \text{ W}$):

jádro EI50 \times 64,
primární vinutí 220 V má 310 závitů drátu o $\varnothing 1,1 \text{ mm}$,
sekundární vinutí $2 \times 35 \text{ V}$ má 2×50 závitů drátu o $\varnothing 2 \text{ mm}$.

Mezi primárním a sekundárním vinutím je stínící fólie. Pro každou dvojici kanálů slouží jeden samostatný transformátor. Minimální celková kapacita vyhlazovacích kondenzátorů jedné dvojice kanálů je $20\,000 \mu\text{F}$ (20 mF). Zesilovač musí být bezpodmínečně vybaven obvodem, zajišťujícím plynulý „náběh“ zdroje, neboť zkratový výkon obou transformátorů (tj. proud v okamžiku zapnutí) je asi 20 kW !

Seznam součástek pro DPA 1000

Rezistory (TR 191, TR 151, TR 212, TR 213, není-li uvedeno jinak)

R_1, R_{19} 1,8 k Ω
 R_2 27 k Ω
 R_3, R_5, R_{15}, R_{17} ,
 R_{18}, R_{25}, R_{26} 100 Ω

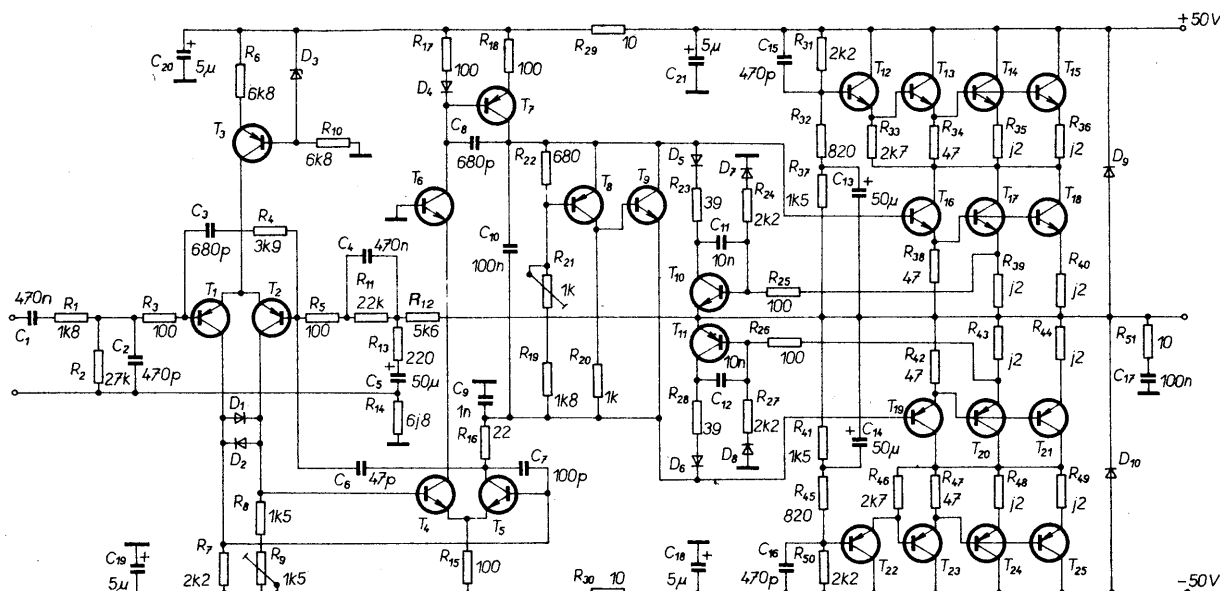
R_4 3,9 k Ω
 R_6 6,8 k Ω
 R_7, R_{24}, R_{27} 2,2 k Ω
 R_8 1,5 k Ω
 R_9 1,5 k Ω , TP 010, 011, 110, 111, 015, 016, 040, 060
 R_{10} 6,8 k Ω , TR 192, TR 152, TR 214
 R_{11} 22 k Ω
 R_{12} 5,6 k Ω , TR 192, TR 152, TR 214
 R_{13} 220 Ω
 R_{14} 6,8 Ω
 R_{16} 22 Ω
 R_{20} 1 k Ω
 R_{21} 1 k Ω , TP 010, 011, 110, 111, 015, 016, 040, 060
 R_{22} 680 Ω
 R_{23}, R_{28} 39 Ω
 R_{29}, R_{30} 10 Ω
 R_{31}, R_{50} 2,2 k Ω , TR 192, TR 152, TR 214
 R_{32}, R_{45} 820 Ω , 0,25 W (TR 151)
 R_{33}, R_{46} 2,7 k Ω
 R_{34}, R_{38} ,
 R_{42}, R_{47} 47 Ω , TR 192, TR 152, TR 214
 $R_{35}, R_{36}, R_{39}, R_{40}, R_{43}$,
 R_{44}, R_{48}, R_{49} 0,2 Ω , konstantan, 5 W
 R_{37}, R_{41} 1,5 k Ω
 R_{51} 10 Ω , TR 506, TR 521, TR 224

Kondenzátory

C_1, C_4 470 nF, TC 180, 181, 205, 206
 C_2, C_{15}, C_{16} 470 pF, TGL 5155
 C_3, C_8 680 pF, TGL 5155
 C_5 50 μF , TE 981
 C_6 47 pF, TGL 5155
 C_7 100 pF, TGL 5155
 C_9 1 nF, GL 5155, TC 235
 C_{10}, C_{17} 100 nF, TC 181 (206)
 C_{11}, C_{12} 10 nF, TC 235
 C_{13}, C_{14} 50 μF , TE 986 (TF 009)
 C_{18} až C_{21} 5 μF , TE 988

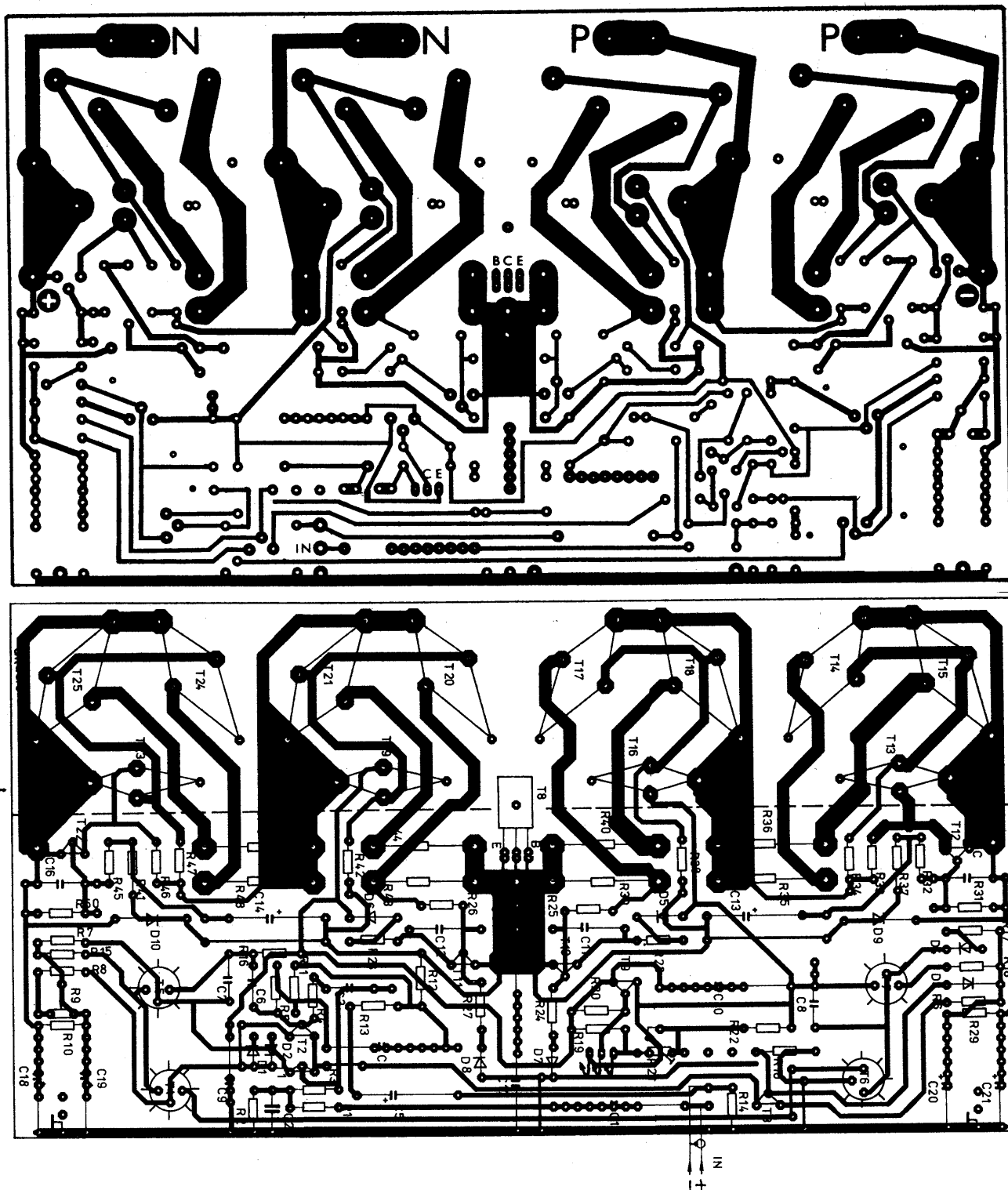
Polovodičové součástky

T_1 až T_3 KC307 V
 T_4 až T_6 BF257 (258, 259)
 T_7 KFY18 (16) viz text k DPA 280
 T_8 KD136 (138, 140)



T_1, T_2, T_3 - KC307 V; T_4, T_5, T_6 - BF257; T_7, T_8, T_9 - KFY18; $T_{10}, T_{11}, T_{12}, T_{13}, T_{14}, T_{15}$ - KD136; $T_{16}, T_{17}, T_{18}, T_{19}, T_{20}, T_{21}, T_{22}, T_{23}, T_{24}, T_{25}$ - KFY46; $T_{26}, T_{27}, T_{28}, T_{29}, T_{30}$ - KD337; $T_{31}, T_{32}, T_{33}, T_{34}, T_{35}, T_{36}, T_{37}, T_{38}, T_{39}, T_{40}$ - KD607; $T_{41}, T_{42}, T_{43}, T_{44}, T_{45}, T_{46}, T_{47}, T_{48}, T_{49}, T_{50}$ - KD617
 D_1, D_2 - KA262, D_3, D_4 - KZ260/14; D_5, D_6 - KY130/150; D_7, D_8 - KA262; D_9, D_{10} - KY132/150

Obr. 3. Zapojení jednoho kanálu výkonového nízkofrekvenčního zesilovače DPA 1000, $2 \times 500 \text{ W}$



Obr. 4. Deska s plošnými spoji zesilovače DPA 1000 a deska, osazená součástkami (Z226)

T ₉ , T ₁₀ , T ₁₂	KFY46 (34)
T ₁₁ , T ₂₂	KFY18 (16)
T ₁₃ , T ₁₆	KD337
T ₁₉ , T ₂₃	KD338
T ₁₄ , T ₁₅	
T ₁₇ , T ₁₈	KD607
T ₂₀ , T ₂₁	
T ₂₄ , T ₂₅	KD617
D ₁ , D ₂ , D ₄ , D ₇	KA262 (263, popř. libovolná dioda Si)
D ₈	KZ260/14
D ₃	

D ₅ , D ₆	KY130/150
D ₉ , D ₁₀	KY132/150

Závěr

Nebylo mým úmyslem popsat celou problematiku výkonových nízkofrekvenčních zesilovačů v tomto článku. Mám však připravenou celou řadu zcela nových zesilovačů špičkových parametrů s výkony 2× 100 W, 2× 200 W a 2× 400 W, řešených tak, aby byla pokryta celá šíře možných aplikací, tj. od domácích zařízení po systémy PA a mobilní zařízení pro hudebníky. Tyto zesilovače

budou popsány v celé sérii článků v AR řady A koncem letošního a začátkem příštího roku. Součástí těchto článků bude i detailní rozbor celé problematiky. Protože předpokládám značný zájem, sháním již předem případného distributora stavebnic těchto zesilovačů nebo i jejich výrobce.

Plošné spoje v tomto čísle (desky Z218 až Z224) byly pro tisk připraveny pomocí programu F. Mravenec.

ELEKTRONICKÁ KUCHARKA

Dr. Ladislav Kubát

(Dokončení)

Jednoduché ultrazvukové dálkové ovládání

Dálkové ovládání nejrůznějších funkcí přístrojů spotřební elektroniky je již dosti rozšířeno. Mnohdy by však bylo vítáno mít možnost použít jednoduché univerzální zařízení pro vypnutí nebo zapnutí spotřebiče, který dálkovým ovládáním vybaven není. Nejde jen o to, aby televizní divák usazený v pohodlném křesle nemusel vstát, aby zhasnul, nebo rozsvítil světlo, ale aby bylo možné i zapínat nebo vypínat televizní zesilovače nebo dekodéry při družicovém příjmu apod. Je však mezi námi i řada invalidních občanů, kterým by takové dálkové ovládání mohlo usnadnit život. Umožňuje totiž dálkově ovládat elektrická zařízení do spotřeby 300 W.

Zařízení se skládá z vysílače dálkového ovládání, který má bateriové napájení, a díky jednoduchému zapojení malé rozměry. Při stisknutí tlačítka je vyslán ultrazvukový signál 40 kHz. Přijímač tento signál přijme, zesílí, zpracuje a sepne nebo vypne triak, napájí ovládané zařízení. Při každém stisknutí tlačítka se tedy střídavě zapne nebo vypne ovládaný přístroj. Na přijímači jsou dvě diody LED, první z nich indikuje správné přijetí vyslaného signálu, druhá indikuje stav přijímače (vypnuto – zapnuto). Zapojení vysílače je velmi jednoduché (obr. 164). K napájení se používá baterie 15 V malých rozměrů, určená pro fotografic-

kou techniku. Napájení se zapíná ovládacím tlačítkem. Dioda LED indikuje zapnutí vysílače. Spotřeba zapojení je menší než 15 mA. Při průměrné době stisknutí tlačítka kolem jedné sekundy je zřejmé, že doba života baterie vysílače bude velmi dlouhá.

Třetí a čtvrté hradlo NAND integrovaného obvodu CD4011 je zapojeno jako astabilní multivibrátor. Jeho funkce je založena na střídavém nabíjení a vybíjení kondenzátoru C_3 přes kombinaci R_3 a P_1 . Výsledkem je signál pravoúhlého průběhu, jehož periodu je možné určit ze vztahu:

$$T = 2,2 (R_3 + P_1) C_3$$

Periodu lze nastavit, aby bylo možné dosáhnout kmitočtu 40 kHz. Při nastavování však nebude nutné použít měřič kmitočtu. Piezoelektrický měnič je zapojen mezi vstupy a výstup prvního hradla, takže je připojen na signál 40 kHz, jehož amplituda dosahuje 30 V. Toto řešení zřetelně zvětšuje dosah dálkového ovládání.

Schéma zapojení přijímače je na obr. 165. Používá napájení ze sítě přes omezovací rezistor R_2 a kondenzátor C_1 . Po usměrnění se s využitím Zenerovy diody nabíjí kondenzátor C_2 na napětí kolem 10 V. Kondenzátor C_3 potlačuje případná rušivá napětí.

Integrovaný obvod IO_1 je operační zesilovač běžného typu 741. Zesilovaný signál se přivádí na invertující vstup přes C_4 a R_3 . Neinvertující vstup je udržován na napětí asi 5 V děličem R_4/R_5 . Rezistor R_6 s potenco-

metrem P_1 zavádí proměnnou zpětnou vazbu a umožňuje nastavit zesílení tohoto stupně, které lze vyjádřit vztahem

$$A = P + R_6/R_3$$

Tranzistor T_1 v zapojení se společným emitorem je polarizován tak, že v nepřítomnosti signálu je napětí na jeho kolektoru nulové. Když piezoelektrický měnič na vstupu přijímače zachytí ultrazvukový signál, na kolektoru T_1 jsou kladné impulsy o periodě 25 μ s. Třetí a čtvrté hradlo NOR a obvodu IO_2 tvoří monostabilní klopný obvod. Kladné impulsy, které dodává T_1 , se zde prodlouží asi o 15 až 25 μ s pro efektivnější následující integraci. Obvod integrátoru je realizován kondenzátorem C_7 , rezistorem R_{12} a diodou D_3 . Při každém impulsu monostabilního klopného obvodu se C_7 velmi rychle nabije, jeho vybíjení je však prodlouženo rezistorem R_{12} . Výsledkem je téměř kladné napětí na C_7 .

První a druhé hradlo NOR tvoří klopný obvod Schmittova typu. Toto zapojení díky zpětné kladné vazbě, zavedené R_{14} , má na výstupu impulsy úrovně log. 1, jehož náběžná a závěrná hrana je velmi strmá. Úroveň log. 1 na výstupu trvá po dobu stisknutí tlačítka na vysílači dálkového ovládání. V průběhu tohoto stavu je na výstupu druhého hradla úroveň log. 0, což způsobí rozsvícení svítivé diody, které signalizuje reakci přijímače na signál dálkového ovládání.

Následující integrovaný obvod IO_3 je zapojen jako binární čítač, jehož stav se mění v závislosti na kladných náběžných hranách signálu na jeho hodinovém vstupu. Na jeho výstupu Q_1 se tedy budou střídát úrovně log. 1 a log. 0 v rytmu po sobě následujících stisknutí tlačítka na vysílači. Čítač CD4029 je zde tedy využíván jako bistabilní klopný obvod.

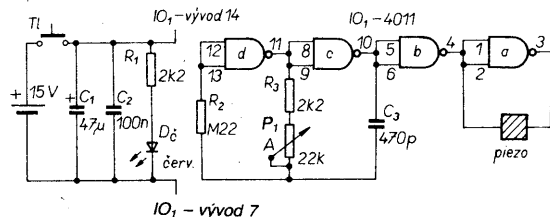
V okamžiku zapnutí napětí se rychle nabíjí kondenzátor C_8 přes R_{16} , což způsobí krátký kladný impuls na vstupu „PE“ obvodu IO_3 . To vede k záměrnému nulování čítače, například po výpadku sítě, takže ovládaný přístroj je vypnut.

Řízení výkonového obvodu zajišťuje tranzistor T_2 , jehož báze je napájena proudem z výstupu Q_1 čítače (proud je omezen rezistorem R_{17}), proud se využívá i k rozsvícení svítivé diody, která indikuje stav obvodu ovládání přístroje: rozsvícená (zhasnutá) dioda ukazuje funkční (vypnutý) stav.

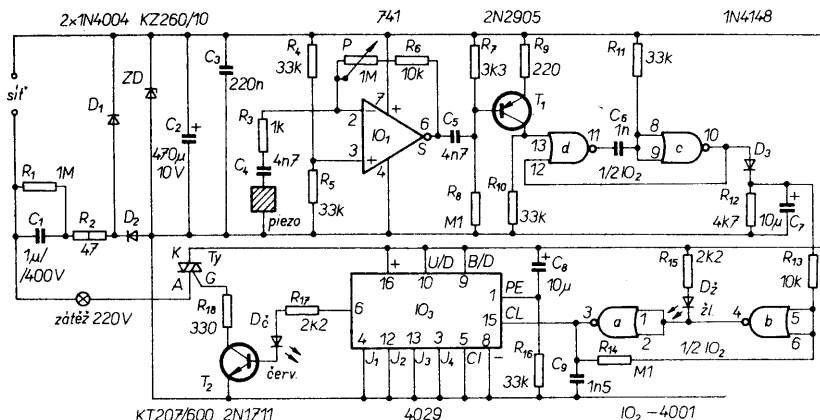
Když je tranzistor T_2 otevřen, dostává řídicí elektroda triaku proud a ovládaný přístroj je pod napětím. Bylo prakticky ověřeno, že zapojení dovoluje ovládat výkony do 300 W.

Konstrukční provedení závisí do určité míry na použité součástkové základně. Doporučuje se použít desku s plošnými spoji pro vysílač i přijímač. Po zapojení všech součástek běžným postupem se nastaví potenciometry přijímače i vysílače do střední polohy. Pak se v bezprostřední blízkosti k přijímači pokusíme mírným otočením vlevo nebo vpravo hřídele potenciometru vysílače najít polohu, při níž se rozsvítí svítivá dioda přijímače. Pak je možné vzdálenost postupně zvětšovat a vysílač mírně doladovat, aby se dosáhlo optimálního stavu.

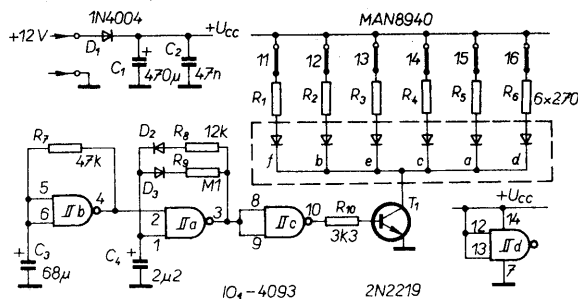
Citlivost přijímače lze pak zlepšit mírným otáčením hřídele potenciometru přijímače ve směru hodinových ručiček, aby se dosáhlo spolehlivého dosahu několika metrů, o-



Obr. 164. Ultrazvukový vysílač



Obr. 165. Ultrazvukový přijímač



Obr. 166. Indikátor otevřených dveří u auta

všem při zaměření vysílače na přijímač, což je při použití ultrazvuku, zvláště při větší vzdálenosti, nezbytné. Přístroje uvádíme do chodu samozřejmě zpočátku bez připojeného ovládaného zařízení.

Electronique pratique č. 125

Indikátor otevřených dveří automobilu

Toto jednoduché zařízení je určeno pro použití v automobilu – blikajícím světelným signálem indikuje, které dveře, případně kapoty nejsou řádně zavřeny. Používá číslicovku LED, která svými sedmi segmenty umožňuje přímo označit, které ze dveří nejsou zavřeny. Čtyři vertikální linky označují dveře, horní a dolní vodorovná linka přední a zadní kapotu (případně dveře). Předpokladem k tomuto řešení je použit dveřní kontakty, ovládající příslušné diody přes omezovací rezistory. Aby se dosáhlo nápadnější indikace, je použit tranzistor, přerušující napájení LED, řízený hodinovým kmitočtem.

Schéma zapojení je na obr. 166. Obvod je napájen z akumulátoru automobilu, napětí je filtrováno C_1 a C_2 . Signál pro blikání se získává ze dvou generátorů signálu pravouhlého průběhu, které jsou zapojeny s použitím hradel integrovaného obvodu CMOS 4093; hradla mají charakteristiku Schmittových klopných obvodů, to znamená, že při změně stavu při náběžné i sestupné hraně vstupního impulsu dochází k hysterzi. První z oscilátorů, který pracuje jako volně běžící generátor, je zapojen s druhým hradlem. V počátečním stavu má výstupní napětí hradla úroveň log. 1 a kondenzátor C_3 se exponenciálně nabíjí. Když jeho napětí dosáhne prahu překlopení, změní se úroveň na výstupu na log. 0 a kondenzátor se opět vybíjí.

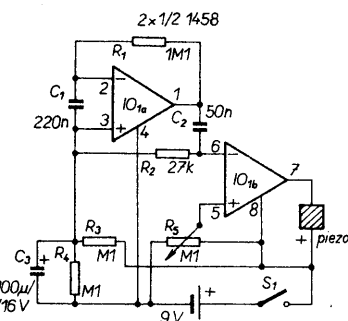
Následující hradlo je zapojeno jako řízený generátor, který je řízen výstupním napětím prvního generátoru. Když je na vstup na vývodu 2 přivedena úroveň log. 0, je tento generátor blokován. Pak je na jeho výstupu log. 1, která se přivádí na invertor IO_{1c} . Kombinace diod D_2 a D_3 s rezistory R_8 a R_9 dovoluje nezávisle řídit dobu nabíjení a vybíjení C_4 – tím také tedy trvání úrovně log. 1 a log. 0 a proto i rozsvícení a zhasínání diod LED. Diody spíná tranzistor T_1 , řízený výstupním proudem IO_{1c} .

Nejvhodnější konstrukční provedení je založeno na použití desky s plošnými spoji, na které jsou umístěny všechny součástky obvodu, kromě pojistky a samozřejmě dveřních kontaktů.

Electronique pratique č. 125

Detektor radarových signálů

Radarové detektory jsou obvykle složité a nákladná zařízení, ale jednoduchý a přesto účinný detektor může být sestaven poměrně snadno. Obvod může být nastaven na kmitočty od 50 MHz do 500 GHz a je popsán ve dvou verzích, ekonomická a „luxusní“. Ekonomické zapojení je na obr. 167, zapojení náročnější verze na obr. 168. Hlavní rozdíl mezi oběma zapojeními je v tom, že v jednodušší verzi budi výstup operačního zesilovače přímo piezoelektrický měnič, zatímco ve složitějším zapojení se používá nízkofrekvenční výkonový zesilovač pro buzení malého reproduktoru. To dovoluje zvětšit zesílení a tím dosáhnout větší citlivosti.



Obr. 167. Úsporné zapojení detektoru radarových signálů

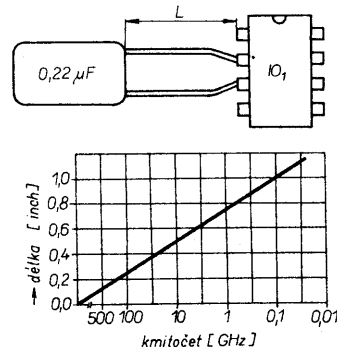
První operační zesilovač IO_{1a} pracuje v obou zapojeních jako převodník proud-napětí. V ekonomické verzi pak IO_{1b} zesiluje výstup pro buzení piezoelektrického měniče. Potenciometr R_5 nastavuje mez sepnutí IO_{1b} . Tu je třeba nastavit tak, aby obvod „spustil“ již při šumu pozadí – pak se mez sepnutí mírně zhorší. To zajišťuje dostatečnou citlivost na dopadající vysokofrekvenční signál.

Rezistory R_3 a R_4 s kondenzátorem C_3 slouží k vytvoření středu napájecího napětí. K dosažení lepší citlivosti detektoru je možné tyto součástky vynechat a použít k napájení dvě devítivoltové baterie, zapojené do

série. V tomto uspořádání se pak bod spojení obou baterií připojí do bodu, kde se ve schématu stýkají R_3 , R_4 a C_3 . Pro používání v automobilu je možné k napájení využít palubní síť (palubní konektor).

Náročnější zapojení pracuje podobně s tím rozdílem, že IO_{1b} je zapojen jako zesilovač se zesílením 20 pro buzení obvodu LM386. Potenciometr R_2 zde nastavuje mez spínání a potenciometr R_5 se používá k nastavení hlasitosti.

V obou zapojeních je vstupní kondenzátor C_1 používán jako „přenosové vedení“, které snímá elektrickou i magnetickou složku dopadajících radarových signálů. I když tento obvod má velmi malou jakost Q (je tedy širokopásmový), může být jeho charakteristika dále optimalizována pro požadovaný kmitočet nastavením délky přívodů (obr. 169). Pro detekci typického silničního radaru by přívody vstupního kondenzátoru měly mít délku asi 12 až 15 mm (1 inch \approx 2,6 cm).

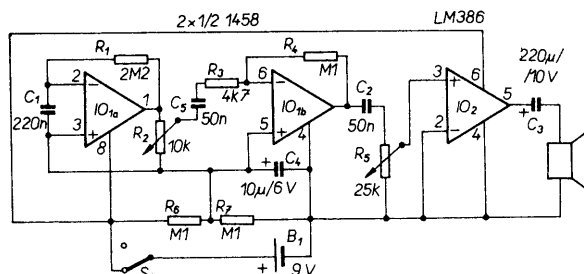


Obr. 169. Snímač radarových signálů

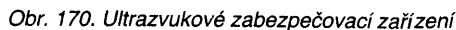
Při obou zapojeních detektoru se objevují za činnosti zákmity nebo může pomalu doznívat výstupní signál s rezonancí 400 až 600 Hz (s uvedenými hodnotami součástek). Pokud je třeba tento kmitočet upravit, dosáhne se toho změnou odporu rezistoru R_1 .

Při konstrukci je třeba počítat s tím, že detektor (a to v obou zapojeních) musí být vestavěn do nekovového pouzdra, aby nebyl omezen přístup vysokofrekvenčního signálu. Je však třeba zajistit, aby zpětnou vazbu zajišťoval pouze R_1 . Protože zesílení detektoru je velmi značné, mohla by nežádoucí zpětnou vazbu způsobit trvalé oscilace vstupního obvodu (namísto zákmitů, doznívajících s časem). Kdyby vznikly potíže s nežádoucí zpětnou vazbou, mohlo by pomoci zapojit malý kondenzátor (4,7 až 10 nF) paralelně k rezistoru R_4 , případně 200 až 500 μ F paralelně k vývodům baterie.

Výhodnější než desku s plošnými spoji je použít konstrukci na děrované destičce, protože menší kapacita propojení zmenší možnost nežádoucí zpětné vazby. Také je vhod-



Obr. 168. Náročnější detektor radarových signálů



193

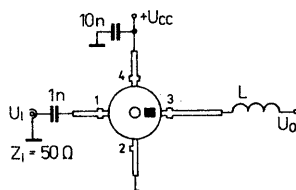
ZAJÍMAVÉ INTEGROVANÉ OBVODY

U810BS, U811BS, U812BS

Předdělič PLL do 1,2 GHz pro televizní voliče

Výrobce: Telefunken electronic

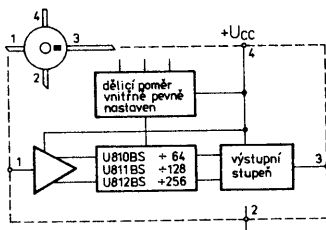
Integrované obvody U810BS, U811BS a U812BS jsou bipolární křemikové předděliče, pracující až do kmitočtu 1,2 GHz pro fázovou uzavřenou smyčku v kanálových voličích televizních přijímačů pro družicový příjem a v přijímačích kabelové televize.



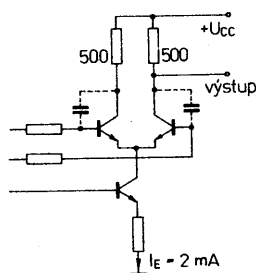
Obr. 2. Měřicí zapojení předděličů U810BS, U811BS, U812BS. $L = 150 \text{ nH}$ (6 závitů drátu CuL 0,45 mm, navinuto na průměru 4 mm)

Vlastnosti obvodů

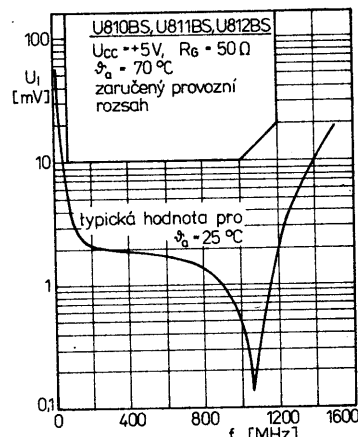
- obvod U810BS dělí 64,
- obvod U811BS dělí 128,
- obvod U812BS dělí 256,
- všechny tři obvody se vyznačují velkou vstupní citlivostí, zaručený provozní rozsah



Obr. 1. Funkční skupinové zapojení předděličů U810BS, U811BS, U812BS. Funkce vývodů: 1 – vstup děliče; 2 – zemnicí bod; 3 – výstup děliče; 4 – přípoj napájecího napětí (+5 V). Číslování platí při pohledu na součástku shora



Obr. 4. Zapojení výstupního stupně ECL předděličů U810BS, U811BS, U812BS



Obr. 3. Závislost vstupní citlivosti na kmitočtu předděličů U810BS, U811BS, U812BS

je uveden na obr. 3.

- výstupní stupeň děličů je proveden v technice ECL, výstupní impedance děličů je malá,
- obvody se napájejí jedním kladným napětím 5,0 V, napájecí proud je typicky jen 40 mA,

– všechny typy obvodů mají vestavěnou ochranu proti elektrostatickým nábojům podle normy MIL-STD 883.

Pouzdro: plastové TO-50 se čtyřmi páskovými vývody.

C₁₇ zajišťuje, aby obvod ultrazvukového detektoru mohl spustit poplach bez ohledu na stav kontaktů okamžitého poplachu.

Konstrukce byla ověřena v dvou provedeních: pro zabezpečení automobilu a pro použití jako detektor pohybu v zabezpečovacím systému domácnosti. Většina součástek je umístěna na desce s plošnými spoji o rozměrech přibližně 85 × 75 mm.

Pro detektor pohybu vynechte R₁₉, R₂₀, R₂₂, C₁₆, C₁₇ a napájecí spojkou. C₉ bude 100 nF.

Určité potíže při konstrukci vzniknou při shánění piezoelektrických ultrazvukových měničů, případně sirény. Jednak jsou k dostání pouze v zahraničí a jednak se prodávají

ji ve dvojicích, jeden jako vysílací, jeden jako přijímací. Jejich případná záměna by mohla způsobit poškození přijímacího měniče. Ve variantě pro zabezpečení automobilu jsou vysílací i přijímací měniče připojeny k desce stíněnými vodiči. Měníče jsou umístěny na protilehlých okrajích přístrojové desky tak, aby směřovaly do vozu. V provedení detektoru pohybu je deska s plošnými spoji umístěna spolu s měniči v jedné kompaktní krabičce o rozměrech asi 95 × 145 × 45 mm ve stěně o rozměru 95 mm tak, aby se jejich osy poněkud rozbíhaly. Při paralelním umístění měničů by mohlo docházet k falešným poplachům.

Oživení a vyzkoušení obvodu je poměrně snadné. Zapojte zkušební spojkou, připojte napájecí napětí a nastavte potenciometr citlivosti na minimum. Na vývod 9 IO₁₅ připojte osciloskop. Nyní nastavte potenciometr P₂ na maximální amplitudu výstupního signálu v klidném prostředí (včetně nastavení polohy měničů tak, aby nebyl spuštěn poplach).

Pokud nemáte k dispozici osciloskop, zkuste nastavit kmitočet podle maximálního ss napětí na C₆ (při měření digitálním multimetrem, nebo analogovým multimetrem s min. 20 kΩ na volt). Po nastavení kmitočtu lze nastavit měniče v požadované poloze

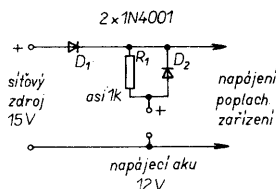
tak, aby plně pokryly oblast, která má být kontrolována. Pak se nastaví citlivost přístroje na vhodnou velikost. Pokud zjistíte, že je přístroj příliš citlivý, můžete zvětšit odpor R₂ např. na 100 kΩ. Tím se zmenší celkové zesílení. To může být v některých případech třeba, protože parametry měničů mají velký rozptyl.

Nakonec odpojte zkušební propojku, připojte sirénu a vyzkoušejte správnou funkci. Při použití v domácnosti je třeba přístroj doplnit o záložní bateriové napájení. Znamená to, že přístroj bude schopen funkce při výpadku sítě, nebo jejím úmyslném vypnutí nazvaným návštěvníkem. K tomu je možné doporučit jednoduché zapojení podle obr. 171.

Hlídací zařízení napájí ze síťového zdroje 12 V přes diodu D₁, polarizovanou v propustném směru. Dioda D₂ je polarizována v nepropustném směru a R₁ dodává akumulátoru malý nabíjecí proud. Při malé spotřebě nespouštěného zabezpečovacího zařízení je na výstupu síťového zdroje 12 V (v nezátíženém stavu) napětí větší, asi 15 V.

Při výpadku sítě je D₁ polarizována opačně a proud pro napájení poplachového zařízení dodává akumulátor přes D₂.

Electronics Australia 4/87



Obr. 171. Záložní bateriové napájení

Tab. 1. Elektrické údaje předděliče U810BS, U811BS, U812BS.

Mezní údaje:			
Všechna napětí se vztahují vůči vývodu 2.			
Napájecí napětí – vývod 4	U_{CC4}	$\leq 6,0$	V
Rozsah vstupního napětí – vývod 1	U_{i1}	$= 0 \text{ až } U_{CC}$	V
Teplota přechodu	θ_j	≤ 125	°C
Rozsah provozní teploty okolí	θ_a	$= -25 \text{ až } +70$	°C
Rozsah skladovací teploty	θ_{stg}	$= -40 \text{ až } +125$	°C
Tepelný odpor přechod-okolí ¹⁾	R_{thja}	≤ 130	K/W
Charakteristické údaje:			
Platí při $\theta_a = 0 \text{ až } 70^\circ\text{C}$, $U_{CC} = 4,5 \text{ až } 5,5 \text{ V}$, není-li uvedeno jinak.			
Napájecí proud – vývod 4	I_{CC}	$= \text{jmen. } 40; \leq 48$	mA
Vstupní citlivost – vývod 1 ⁴⁾			

$f_i = 70 \text{ až } 1200 \text{ MHz}$,
 $R_G = 50 \Omega$
 Slučitelnost vstupu s velkým signálem
 $R_G = 50 \Omega$, vývod 1
 Rozsah vstupního pracovního kmitočtu
 Výstupní stupeň ECL:
 Rozkmit výstupního napětí
 $R_L = 10 \text{ k}\Omega/13 \text{ pF}$, vývod 3
 Výstupní impedance

$U_{i\text{ef}}$	≤ 20	mV
U_i	≥ 250	mV
f_i	$= 70 \text{ až } 1200$	MHz
$U_{O\text{ M/M}}$	$\geq 0,8$	V
Z_O	$= \text{jmen. } 500$	Ω

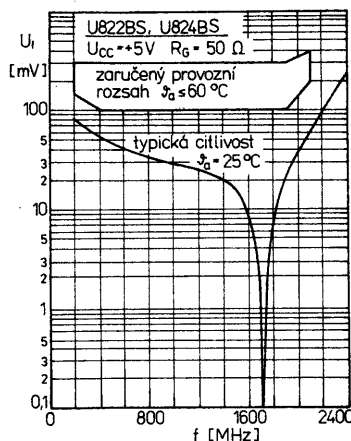
1. Na desce s plošnými spoji $40 \times 35 \times 1,5 \text{ mm}$, tloušťka měděné vrstvy $35 \mu\text{m}$.
2. Předdělič se může samovolně rozkmitat, pokud není na vstup přiveden vstupní signál.
3. K zamezení případného poškození obvodu se s ním musí zacházet jako se součástí MOS.
4. Efektivní hodnota napětí, vypočtená z naměřeného užitečného výkonu.

U822BS U824BS

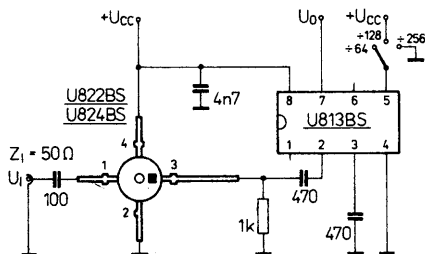
**Předdělič do 2,1 GHz
pro přijímače družicových
televizních systémů**

Výrobce: Telefunken electronics

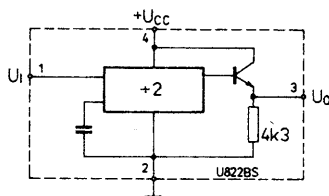
Integrované obvody U822BS a U824BS jsou bipolární křemíkové předděliče kmitočtu, pracující až do 2,1 GHz. Jsou určeny především pro kanálové voliče přijímačů družicových televizních systémů.



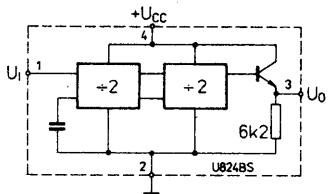
Obr. 3. Závislost vstupní citlivosti na provozním kmitočtu předděličů U822BS, U824BS.



Obr. 4. Měřicí zapojení, které může být použito jako doporučené zapojení obvodů U822BS, U824BS ve spolupráci s programovatelným předděličem U813BS, popřípadě U833BS.



Obr. 1. Funkční skupinové zapojení předděličů U822BS.



Obr. 2. Funkční skupinové zapojení předděličů U824BS.
 Funkce vývodů: 1 – vysokofrekvenční vstup; 2 – zemnicí bod; 3 – výstup; 4 – přípoje napájecího napětí +5 V.

Vlastnosti obvodů

- dělicí činitel obvodu U822BS je 2,
 - dělicí činitel obvodu U824BS je 4,
 - vstup předděličů má zavedeno vnitřní předpětí,
 - na výstupu předděličů je použito zapojení emitorového sledovače,
 - vstup a výstup je navzájem velmi dobře oddělen,
 - obvody se napájejí jedním kladným napětím 5 V, spotřeba napájecího proudu je velmi malá (31 mA u U822BS, popříp. 35 mA u U824BS),
 - předděliče vyžadují ke svému provozu pouze čtyři vnější součástky,
 - oba předděliče jsou slučitelné s úplným systémem programovatelných předděličů s obvodem U813BS nebo U833BS, u nichž je možnost programovat dělicí činitel 64, 128 nebo 256.
- Pouzdro:** plastové TO-50 se čtyřmi páskovými vývody.

Tab. 1. Elektrické údaje předděličů U822BS, U824BS

Mezní údaje:			
Napětí se vztahují vůči vývodu 2.			
Napájecí napětí – vývod 4	U_{CC4}	$\leq 6,0$	V
Rozsah vstupního napětí-vývod 1	U_{i1}	$= 0 \text{ až } +U_{CC}$	V
Teplota přechodu	θ_j	≤ 125	°C
Rozsah provozní teploty okolí	θ_a	$= -40 \text{ až } +70$	°C
Rozsah skladovací teploty	θ_{stg}	$= -40 \text{ až } +125$	°C
Tepelný odpor přechod-okolí	R_{thja}	≤ 130	K/W
Charakteristické údaje:			
Platí při $\theta_a = 25^\circ\text{C}$, $U_{CC} = 5,0 \text{ V}$, není-li uvedeno jinak.			
Napájecí napětí – vývod 4	U_{CC}	$= \text{jmen. } 5,0; 4,75 \text{ až } 5,5$	V
Napájecí proud – vývod 4	I_{CC}	$= \text{jmen. } 31; 24 \text{ až } 36$	mA
U822BS	I_{CC}	$= \text{jmen. } 35; 28 \text{ až } 42$	mA
U824BS			
Vstupní citlivost – vývod 1 ⁴⁾	$U_{i\text{ef}}$	viz obr. 3	mV
$R_G = 50 \Omega$, $f_i = 200 \text{ až } 2400 \text{ MHz}$			
Slučitelnost s velkým signálem	U_i	viz obr. 3	mV
$R_G = 50 \Omega$, vývod 1	f_i	$= \text{jmen. } 200 \text{ až } 2100$	MHz
Rozsah pracovního kmitočtu			
Výstupní napětí – vývod 3	$U_{O\text{ M/M}}$	≥ 200	mV
$R_L \geq 10 \text{ k}\Omega$			

1. Na desce s plošnými spoji $40 \times 35 \times 1,5 \text{ mm}$, tloušťka měděné vrstvy $35 \mu\text{m}$.
2. Předdělič se může samovolně rozkmitat, není-li na vstup přiveden vstupní signál.
3. K zamezení případného poškození obvodu se musí s ním zacházet jako se součástí MOS.
4. Efektivní hodnota napětí, vypočtená z naměřeného užitečného výkonu.

U833BS, U833BSE U833BS-FP, U833BSE-FP U833BS-SP, U833BSE-SP

Programovatelný předdělič PLL do 1,3 GHz pro TV voliče

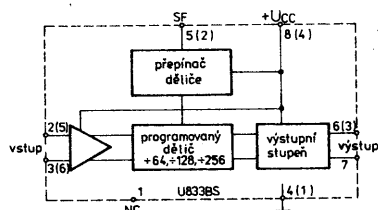
Výrobce: Telefunken electronic

Integrované obvody řady U833BS a U833BSE jsou bipolární křemíkové předděliče, programovatelné ve třech stupních, pracující až do kmitočtu 1,3 GHz, pro fázo-ovou uzavřenou smyčku PLL v kanálových voličích běžných televizních přijímačů, v přijímačích kabelové a družicové televize.

Vlastnosti obvodů

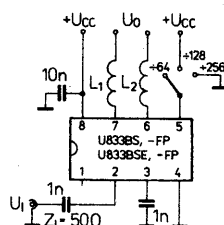
- předděliče řady U833BS jsou vybaveny výstupním stupněm ECL,
- předděliče řady U833BSE jsou vybaveny emitorovým sledovačem na výstupním stupni,
- všechny typy předděličů řady U833 mají tři dělicí činitele (64, 128, 256), programovatelné přivedením příslušné napěťové úrovně na programovací vstup SF (vývod 5, popř. (2)),
- předděliče se vyznačují velkou vstupní citlivostí,
- výstupní impedance je malá,
- obvody se napájejí jedním kladným napětím 5,0 V, napájecí proud je typicky 40 mA,
- všechny obvody mají vestavěnou ochranu proti elektrostatickým nábojům podle normy MIL-STD 883,
- obvody jsou vývodově slučitelné s řadou předděličů U6..B starší výroby Telefunken electronic s výjimkou vývodu 5.

Pouzdro: U833BS, U833BSE plastové DIP-8
U833BS-FP, U833BSE-FP plastové SO-8

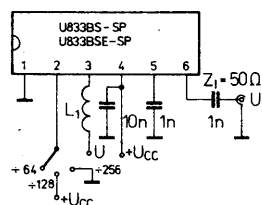


Obr. 1. Funkční skupinové zapojení předděličů U833BS, U833BSE, U833BS-FP, U833BSE-FP, U833BS-SP, U833BSE-SP. Funkce vývodů součástek v pouzdrech DIP-8, SO-8: U833BS, U833BSE, U833BS-FP, U833BSE-FP: 1 – volný (nezapojený) vývod; 2, 3 – vstup; 4 – zemnicí bod; 5 – vstup přepínače dělicího poměru (SF) 64, 128 nebo 256; 6, 7 – výstup; 8 – přípoj napájecího napětí +5V.

Funkce vývodů součástek v pouzdru SIP-6: U833BS-SP, U833BSE-SP (číslo vývodu je uváděno v závorkách): 1 – zemnicí bod; 2 – vstup přepínače dělicího poměru (SF) 64, 128 nebo 256; 3 – výstup; 4 – přípoj napájecího napětí +5V; 5, 6 – vstup.

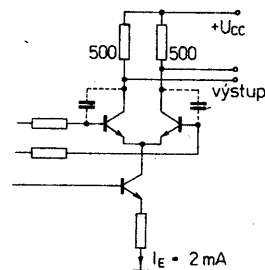


Obr. 2. Měřicí zapojení předděličů U833BS, U833BSE, U833BS-FP, U833BSE-FP. $L_1, L_2 = 150 \text{ nH}$ (6 závitů drátu CuL Ø 0,45 mm, navinuto na průměru 4 mm).

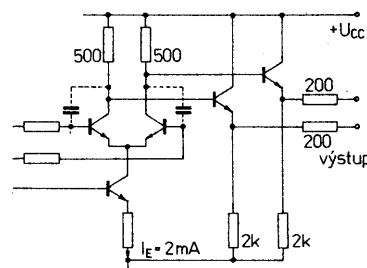


Obr. 3. Měřicí zapojení předděličů U833BS-SP, U833BSE-SP.

U833BS-SP, U833BSE-SP plastové SIP-6 se šesti jednostrannými vývody.



Obr. 4. Zapojení výstupu ECL všech předděličů U833BS, U833BS-FP, U833BS-SP.



Obr. 5. Zapojení výstupu jako emitorový sledovač všech předděličů U833BSE, U833BSE-FP, U833BSE-SP.

Tab. 1. Elektrické údaje programovatelných děličů U833BS, U833BSE, U833BS-FP, U833BSE-FP, U833BS-SP, U833BSE-SP

Mezní údaje:			
Všechna napětí se vztahují vůči zemnicímu bodu – vývodu 4 (1)¹).			
Napájecí napětí – vývod 8 (4)	U_{CC}	$\leq 6,0$	V
Rozsah vstupního napětí vývody 2, 3, 5 (2, 5, 6)	U_i	$= 0 \text{ až } U_{CC}$	V
Teplota přechodu	θ_j	≤ 125	°C
Rozsah pracovní teploty okolí	θ_a	$= -25 \text{ až } +70$	°C
Rozsah skladovací teploty	θ_{stg}	$= -40 \text{ až } +125$	°C
Teplotný odpor přechodu-okolí U833BS, U833BSE	R_{thja}	≤ 100	K/W
U833BS-FP, U833BSE-FP	R_{thja}	≤ 175	K/W
U833BS-SP, U833BSE-SP	R_{thja}	≤ 100	K/W
Charakteristické údaje:			
Platí při $\theta_a = 0 \text{ až } 70 \text{ °C}$, $U_{CC} = 4,5 \text{ až } 5,5 \text{ V}$, v měřicím zapojení 2, popř. 3, není-li uvedeno jinak.			
Napájecí proud – vývod 8 (4)	I_{CC}	$= \text{jmen. } 40; \leq 50$	mA
Vstupní citlivost³)	$R_G = 50 \Omega$, vývod 2, 3 (5, 6)	$U_{i \text{ ef}}$	≤ 10 mV
$f_i = 70 \text{ až } 1000 \text{ MHz}$		$U_{i \text{ ef}}$	≤ 20 mV
$f_i = 1000 \text{ až } 1300 \text{ MHz}$		U_i	≥ 300 mV
Slučitelnost vstupu s velkým signálem	$R_G = 50 \Omega$, vývod 2, 3 (5, 6)	U_i	≥ 300 mV
Rozsah vstupního pracovního kmitočtu minimální	f_{min}	≤ 70	MHz
maximální	f_{max}	≥ 1300	MHz
Výstupní stupeň ECL:			
Rozkmit výstupního napětí – vývody 6, 7 (3)	$U_{O \text{ MM}}$	$\geq 0,8$	V
každý výstup, $R_L = 10 \text{ k}\Omega / 13 \text{ pF}$	Z_O	$= \text{jmen. } 500$	Ω
Emitorový sledovač:			
Rozkmit výstupního napětí – vývody 6, 7 (3)	$U_{O \text{ MM}}$	$\leq 1,0$	V
každý výstup, $R_L = 10 \text{ k}\Omega / 13 \text{ pF}$	Z_O	$= \text{jmen. } 200$	Ω
Spínací napětí pro přepnutí dělicího poměru – vývod 5 (2)			
dělí 64	U_{SF}	spínač otevřen	V
dělí 128	U_{SF}	$\geq U_{CC} - 0,5$	V
dělí 256	U_{SF}	$= \text{jmen. } 0; \leq 0,5$	V

1. Číslování vývodů platí pro součástky v pouzdrech DIP-8 a SO-8: U833BS, U833BSE, U833BS-FP, U833BSE-FP.

Číslování vývodů v závorkách platí pro součástky v pouzdru SIP-6 s jednostrannými vývody: U833BS-SP, U833BSE-SP.

2. Předdělič se může samovolně rozkmitat, pokud není na vstup přiveden vstupní signál.

3. Efektivní hodnota napětí, vypočtená z naměřeného užitečného výkonu.

4. K zamezení případného poškození obvodu se s ním musí zacházet jako se součástkou MOS.

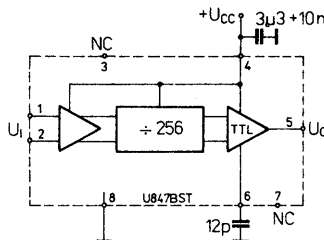
Předdělič kmitočtu do 1,3 GHz pro kanálové voliče v přijímačích kabelové TV

Výrobce: Telefunken electronic

Integrovaný obvod U847BST je bipolární křemíkový předdělič kmitočtu, pracující až do 1,3 GHz, určený pro kanálové děliče v přijímačích kabelové, popříp. družicové televize.

Vlastnosti obvodu

- symetrický vstup zajišťuje velkou vstupní citlivost předděliče,
- vnitřní dělič kmitočtu pracuje s dělicím činitelem 256,
- výstup děliče je proveden v logice TTL,
- obvod se napájí jedním kladným napětím 5 V, spotřebu napájecího proudu je typicky 35 mA,
- strmost výstupní úrovně je možné nastavit pomocí vývodu 6,

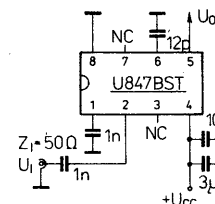


Obr. 1. Funkční skupinové zapojení předdě-
liče U847BST.

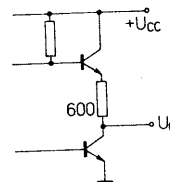
Funkce vývodů: 1,2 – symetrický vstup; 3 – volný (nezapojený) vývod; 4 – připoj napájecího napětí +5 V; 5 – výstup; 6 – vývod zůstává volný nebo se k němu připojuje kondenzátor vůči zemi; 7 – volný vývod; 8 – zemnicí bod.

- všechny vývody obvodu jsou chráněny proti vlivům elektrostatických nábojů.

Pouzdro: plastové DIP-8



Obr. 2. Měřicí a doporučené provozní zapojení předděliče U847BST.



Obr. 3. Vnitřní zapojení výstupu TTL obvodu U847BST.

Tab. 1. Elektrické údaje předděliče U847BST.

Mezní údaje:			
Napájecí napětí – vývod 4	U_{CC4}	$\leq 6,0$	V
Rozsah vstupního napětí – vývody 1 a 2	U_i	$= 0 \text{ až } +U_{CC}$	V
Teplota přechodu	ϑ_j	≤ 125	$^{\circ}\text{C}$
Rozsah pracovní teploty okolí	ϑ_a	$= -25 \text{ až } +70$	$^{\circ}\text{C}$
Rozsah skladovací teploty	ϑ_{stg}	$= -40 \text{ až } +125$	$^{\circ}\text{C}$
Teplotný odpor přechodu-okolí	R_{thja}	≤ 100	K/W
Charakteristické údaje:			
Platí při $U_{CC} = 4,5 \text{ až } 5,5 \text{ V}$, $\vartheta_a = 0 \text{ až } 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$, není-li uvedeno jinak.			
Napájecí proud – vývod 4	I_{CC4}	$= \text{jmen. } 35; \leq 48$	mA
$U_{CC} = 5,0 \text{ V}$			
Vstupní citlivost – vývody 1 a 2')			
$R_G = 50 \text{ } \Omega$			
$f_i = 70 \text{ MHz}$	$U_{i_{ef}}$	$= \text{jmen. } 6,0; \leq 10$	mV

$f_i = 150 \text{ až } 1000 \text{ MHz}$
 $f_c = 1300 \text{ MHz}$
 Slučitelnost vstupu s velkým signálem – vývody 1 a 2')
 $R_G = 50 \text{ } \Omega$
 Kmitočtový rozsah
 minimální
 maximální
 Výstup TTL – vývod 5:
 Výstupní napětí – úroveň H
 $I_{OH} = 0,2 \text{ mA}$
 Výstupní napětí – úroveň L
 $I_{OL} = -2 \text{ mA}$

U_{ef}	$= \text{jmen. } 1,0; \leq 5$	mV
U_{ef}	$= \text{jmen. } 4,0; \leq 20$	mV
U_i	≥ 300	mV
$f_i \text{ min}$	≤ 70	MHz
$f_i \text{ max}$	≥ 1300	MHz
U_{OH}	$\geq 3,3$	V
U_{OL}	$\leq 0,4$	V

1. Efektivní napětí, vypočtené z naměřeného užitečného výkonu.
2. Předdělič se může samovolně rozkmitat, není-li na vstupu vstupní signál.
3. K zamezení případného poškození obvodu se s ním musí zacházet jako se současným MOS.

TSA5510, AT, T
TSA5511, AT, T, FT
TSA5512, AT, T, FT

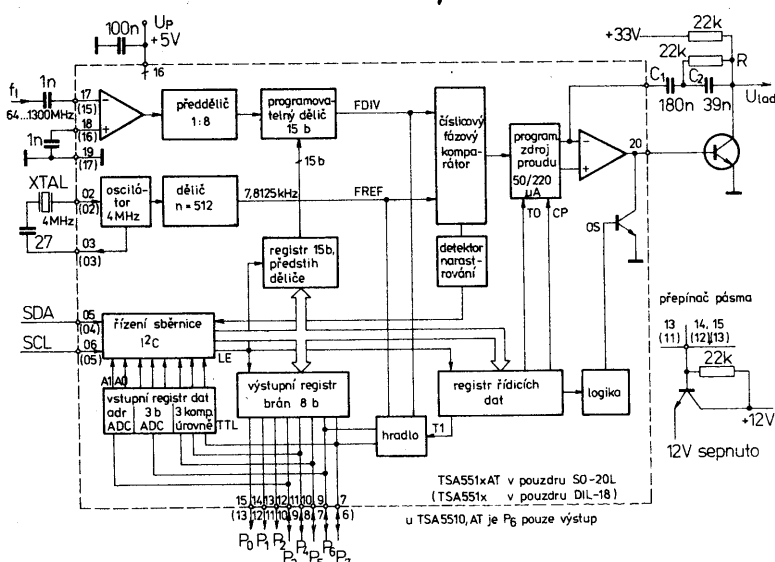
Číslicový syntezátor PLL pro televizní kanálové voliče

Výrobce: Philips-Valvo

Monolitické bipolární integrované obvody TSA5510, TSA5511, TSA5512 jsou číslicové syntezátory PLL pro kanálové voliče se sběrnici I²C v televizních přijímačích.

Vlastnosti obvodů:

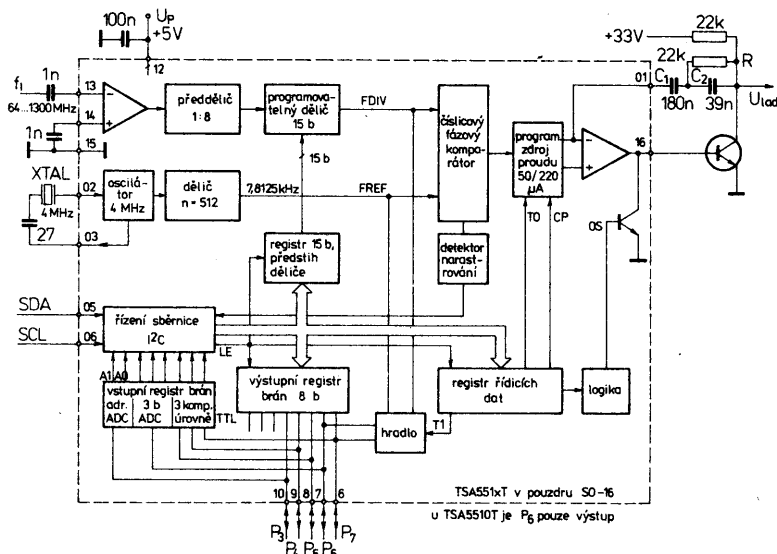
- velmi citlivý předdělič kmitočtu 1 : 8 pracuje se vstupním signálem s kmitočtem do 1300 MHz.



Obr. 1. Funkční skupinové zapojení spolu s vnějšími součástkami syntezátorů TSA5510AT, TSA5511AT, TSA5512AT v pouzdru SO-20L s 2× deseti vývody; číslování vývodů v závorkách platí pro TSA5510, TSA5511, TSA5512 v pouzdru DIL-18 s 2 × devíti vývody.

- v družicových přijímačích může syntetizátor pracovat ve spojení s předděličem SAB8726 se vstupním signálem až do 2600 MHz,
- programovatelný dělič 15 b s dělicím poměrem 1:256 až 1:32767 při použití řídicího krystalu 4 MHz vyrábí krok 62,5 kHz,
- při ladění kanálového voliče se odpojuje budící výstup ladění,
- programovatelný proudový zdroj slouží k přepínání rychlostí ladění,
- krystalem řízený oscilátor s kmitočtem 4 MHz má vnitřní dělič kmitočtu 1:512, v provozu vyzařuje minimální rušivé napětí,
- stavový B (byte) se čte s příznakem zapínání nulových (příznak in-lock), převodník A/D 3b (brána P6) a stavy na branách P4, P5 a P7,
- obvod sdrzuje osm bran, z toho je pět bran obousměrných (TSA5510 má čtyři brány),
- obvod sdrzuje pětistupňový převodník A/D brány P6 (slouží např. k vyhodnocení automatického řízení hlasitosti mikrořadičem (není obsažen v TSA5510),
- vstup (brána P3) slouží ke vkládání až do tří adres zapojení pro tři kanálové voliče v přístroji (např. pro obraz v obraze, družicový příjem apod.),
- integrovaný obvod TSA551×T neobsahuje brány P0, P1, P2,

- integrované obvody TSA5510, TSA5511 a TSA5512 mají odlišná skupinová funkční zapojení a odlišné pouzdro,



Obr. 2. Funkční skupinové zapojení spolu s vnějšími součástkami syntezátorů TSA5510T, TSA5511T, TSA5512T v pouzdru SO-16 s 2 × osmi vývody.

– všechny tři obvody se napájejí jedním kladným napětím 5 V, typická spotřeba napájecího proudu je 35 mA.

Pouzdro

TSA551×: plastové SOT-102 (DIL-18)
s 2× devíti vývody v rastru 2,54
mm

TSA551×T: plastové SOT-109A (SO-16)
s 2× osmi vývody v rastru 1,27

TSA551×AT plastové SO-20L s 2× deseti
vývody v rastru 1,27 mm

TSA551×FT miniaturní plastové SOT-266 (SSO-20) s 2× deseti vývody v rastru 0,65 mm.

Popis funkce

Integrované obvody TSA5510, TSA5511, TSA5512 jsou úplné kmitočtové syntezátory PLL pro ladicí systémy v televizních přijímačích. K adresování obvodu je zapotřebí informace o pěti B (byte) pro sběrnici I²C, která zajišťí ladění, nastaví do provozního stavu výstupy brán a naprogramuje proudový zdroj pro strmost ladění. Podle typu obvodu se mohou použít čtyři nebo pět z celkem osmi výstupů brán jako vlastní vstupy brán. Brána P6 slouží jako vstup převodníku A/D pro pět vstupních úrovní. Stavů na vstupech brán jsou dány při čtení stavu na mikrořadiči. Obvod má jednu pevnou a tři proměnné adresy, které se mohou přivést na bránu P3.

Signál, přivedený z oscilátoru kanálového voliče, který je upraven kmitočtovým děličem, zpracovává se ve fázovém komparátoru s kmitočtem 4,8125 kHz při referenčním kmitočtu 4 MHz. Ladicí krok přitom je 62,5 kHz.

Programování děliče

Druhý nebo třetí B, je-li $MSB = 0$, bude

	MSB				LSB			
B 2:	0	N14	N13	N12	N11	N10	N9	N8
B 3:	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	N0

Druhý B je nyní B4, je-li $MSB = 1$; tím se přeskočí programování děliče. N je hodnota v datovém slově 15 b.

Programování proudového zdroje – čtvrtý,
popříp. druhý B:

	MSB				LSB			
B 4:	1	CP	T1	T0	1	1	1	OS

kde je $CP = 0$, odpovídá $50 \mu A$, $CP = 1$, odpovídá $220 \mu A$.

T1	T0	OS	
0	0	0	normální provoz
1	0	0	na P1 je FREF, na P7 je FDIV
0	1	0	vývod 1 je vysokohomový (proudový zdroj je vypnut)
0	0	1	ladící výstup odpojen (slouží k vyvážení kanálového voliče)

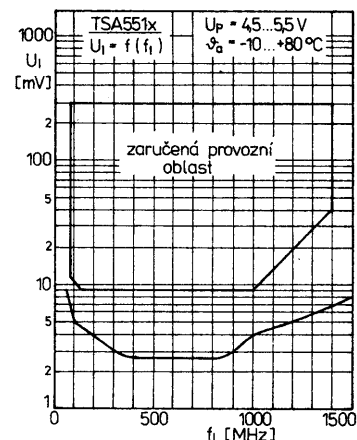
normální provoz
na P1 je FREF, na P7 je
FDIV
vývod 1 je vysokohmo-
vý (proudový zdroj je vyp-
nut
ladící výstup odpojen
(slouží k vyvážení kaná-
lového voliče)

Nastavení výstupu brány P – pátý nebo třetí B:

	MSB				LSB			
B 5:	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0

kde P je brána.

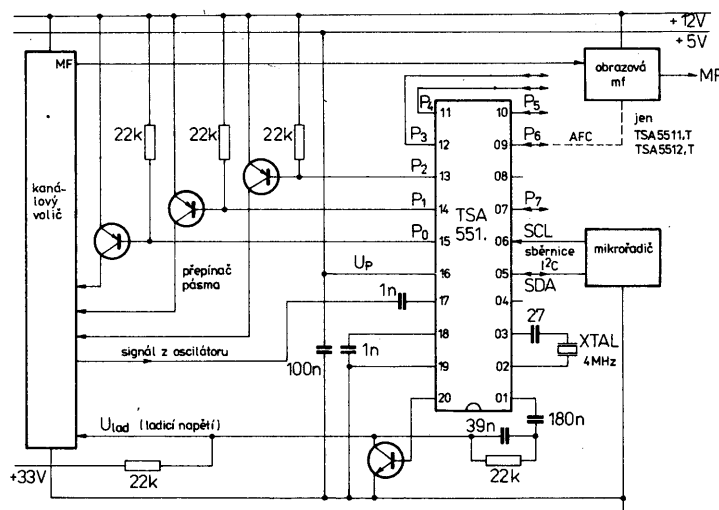
Po provedení zapínacího nulování jsou výstupy brán ve vysokoohmovém stavu ($P0$ až $P7 = 0$).



Obr. 3. Závislost vstupní citlivosti syntezátorů řady TSA5510 na kmitočtu vstupního signálu

Funkce vývodů

TSA5510AT	TSA5510	TSA5510T	funkce
TSA5511AT	TSA5511	TSA5511T	
TSA5512AT	TSA5512	TSA5512T	
1	1	1	vstup pro zpětnou vazbu smyčkového zesilovače
2	2	2	vývod 1 pro připojení řídicího krystalu
3	3	3	vývod 2 pro připojení řídicího krystalu
5	4	4	datové vedení SDA sběrnice I ² C
6	5	5	hodinové vedení SCL sběrnice I ² C
7	6	6	brána P7
9	7	7	brána P6
10	8	8	brána P5
11	9	9	brána P4
12	10	10	brána P3
13	11	–	brána P2
14	12	–	brána P1
15	13	–	brána P0
16	14	12	připoj napájecího napětí U_L (5 V)
17	15	13	vstup UKV/NKV
18	16	14	vstup UKV/NKV
19	17	15	zemnicí bod (0 V)
20	18	16	výstup ladícího napětí U_{lad}



Obr. 4. Příklad doporučeného zapojení syntezátorů TSA5510AT, TSA5511AT, TSA5512AT v pouzdru SO-20L se dvaceti vývody. Volba kmitočtového pásma se provádí zapnutím napájecího napětí předzesilovače spojeným s přepnutím směšovacího a oscilačního zapojení (např. TDA5330T, TDA5331T)

Tab. 1. Elektrické údaje syntezátorů PLL TSA5510AT, TSA5511AT, TSA5512AT
(Platí pro součástky v pouzdru SO-20L se dvaceti vývody).

Mezní údaje:		
Napájecí napětí	U_P (16/19) = -0,3 až +6	V
Napětí vývodů		
1, 2, 20 vůči 19	$U_{1,2,20/19}$ = -0,3 až U_P	V
5, 6 vůči 19	$U_{5,6/19}$ = -0,3 až +6	V
7, 9 až 15 vůči 19	$U_{7,15/19}$ = -0,3 až + 16	V
17, 18 vůči 19	$U_{17,18/19}$ = -0,3 až + 2,5	V
Proud vývodů		
7, 9 až 15	$I_{7,9 \text{ až } 15}$ = -1 až +15	mA
5	I_{ACK} = -1 až +5	mA
Doba zkratu na výstupech		
13, 14, 15 vůči 19	$t_{K13, 14, 15/19}$ ≤ 10	s
Rozsah provozní teploty okolí	θ_a = -10 až + 80	°C
Rozsah skladovací teploty	θ_{stg} = -40 až +150	°C
Teplotní odpor přechod-okolí	R_{thja} ≤ 80	K/W
Spolehlivost proti elektrostatickým výbojům (100 pF/1,5 kΩ)	U_{ESD} ≥ 1000	V
Charakteristické údaje:		
Platí při $U_P = 5$ V, $\theta_a = 25$ °C, není-li uvedeno jinak.		
Rozsah napájecího napětí	U_P (16/19) = jmen. 5,0; 4,5 až 5,5	V
Napájecí proud	I_P (16) = jmen. 35; 25 až 50	mA
Vstup předděliče:		
$U_P = 4,5$ až $5,5$ V, $\theta_a = -10$ až + 80 °C		
Rozsah vstupního kmitočtu	f_i = 64 až 1300	MHz
Programovatelný rozsah děliče (předdělič 1:8)	1:N = 1:256 až 1:32767	-
Vstupní signál $U_{17/18}$ (viz obr. 4)		
$f_i = 80$ až 150 MHz	$U_{1 \text{ ef}}$ = 12/-25 až 300/2,6	mV/dBm
$f_i = 150$ až 1000 MHz	$U_{1 \text{ ef}}$ = 9/-28 až 300/2,6	mV/dBm
$f_i = 1000$ až 1300 MHz	$U_{1 \text{ ef}}$ = 40/-15 až 300/2,6	mV/dBm
Vstupní odpor	$R_{i17/18}$ = jmen. 50	Ω
Vstupní kapacita	$C_{i17/18}$ = jmen. 2	pF
Referenční oscilátor:		
Kmitočet řídícího krystalu	f_{osc} = jmen. 4; 3,2 až 4,48	MHz
Sériový kondenzátor	C_S = jmen. 27	pF
Programovatelný proudový zdroj:		
Výstupní napětí, PLL v klidu	$U_{1/19}$ = 1,5 až 2,5	V
Výstupní proud – úroveň H	$\pm I_{1H}$ = jmen. 220; 90 až 300	μA
CP = 1		
Výstupní proud – úroveň L	$\pm I_{1L}$ = jmen. 50; 22 až 75	μA
CP = 0		
Výstup budíče ladění:		
Výstupní proud	I_{20} ≥ 500	μA
$U_{20/19} = 0,8$ V, $I_{1H} = 90$ μA		
Výstupní napětí	$U_{20/19}$ ≤ 100	mV
$U_1 = 0$ V		
Výstupní napětí při odpojení	$U_{20/19}$ ≤ 200	mV
bit TO = 1, bit OS = 1, $U_1 = 2$ V		
Sběrnice I ² C, SDA a SCL:		
Vstupní napětí – úroveň H	$U_{1H, 5,6/19}$ = 3 až 5,5	V
Vstupní napětí – úroveň L	$U_{1L, 5,6/19}$ = -0,3 až + 1,5	V
Vstupní proud	$\pm I_1$ ≤ 10	μA
$U_1 = 0$ V, popříp. 5 V		
Potvrzení ACK		
výstupní proud SDA	$I_{ACK, 5/19}$ ≤ 3	mA
výstupní napětí, $I_5 = 3$ mA	$U_{5/19}$ ≤ 0,4	V
Nastavení adresy přes bránu P3 – vývod 12: 1)		
pro adresu A1 = 0, A0 = 0	$U_{12/19}$ = 0 až 0,1 U_P	V
A1 = 1, A0 = 0	$U_{12/19}$ = 0,4 U_P až 0,6 U_P	V
A1 = 1, A0 = 1	$U_{12/19}$ = 0,8 V, $I_{1H} = 90$ μA	V
Vstupní proud – vývod 12	$\pm I_2$ ≤ 10	μA

U součástek v pouzdru SO-16 jsou k dispozici pouze brány P3 až P7.

Stavový B při čtení R/W = 1 je určen

MSB

LSB

POR	FL	I2	I1	I0	D2	D1	D0
-----	----	----	----	----	----	----	----

kde POR je příznak pro zapínání nulování (po zapnutí a při $U_P \leq 3$ V má POR úroveň 1), FL je příznak narastování pro PLL; I2, I1, I0 je číselná informace vstupní/výstupní brány P7, P5 a P4, D2, D1, D0 je číselná informace pro napětí na bráně P6 (není u obvodu TSA5510).

Doporučení pro konstruktéry:

Příznak FL pro narastování smyčky PLL:

Volba součástek C1, C2 a R v obvodu vývo-

du D1 integrovaného obvodu.

Ve stavu FL = 1 platí:

maximální odchylka kmitočtu df od jmenovitého kmitočtu je dána vztahem

$$df = \frac{\pm K_{vco}}{K_o} \cdot I_{cp} \cdot \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2}$$

kde K_{vco} je strmost oscilátoru (v Hz/V),

K_o je konstanta $4 \cdot 10^6$ /s (1/Hz),

I_{cp} je nabíjecí proud na vývodu 1 = I₁ (A).

Doba zpoždění mezi skutečným nastavením smyčky PLL a nastavením příznaku FL je od 1024 do 1152 μs a mezi rozrastrováním smyčky PLL a nulovacím příznakem FL je od 0 do 128 μs.

Filtr smyčky: Zvolíme-li $K_{vco} = 16$ MHz/V v pásmu UKV, $I_{cp} = 220$ μA, $C_1 = 0,18$ μF, $C_2 = 39$ nF, dostaneme $df = \pm 27,5$ kHz.

Vstupy brán P4, P5, P7 – vývody 11, 10, 7:																										
Vstupní napětí – úroveň H	U_{1H}	= 2,7 až 13,5 V																								
Vstupní napětí úroveň L	U_{1L}	= -0,3 až + 0,8 V																								
Vstupní proud	I_1	± 10 μA																								
Platí jen pro TSA5511 a TSA5512																										
Vstup převodníku A/D, brána 6, vývod 9:																										
Přesnost (nejdříve se přenáší MSB)		= jmen. 0,5 (375 mV) LSB																								
Datové slovo na stavovém registru																										
<table><tr><th>D2</th><th>D1</th><th>D0</th><th></th></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>při</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>při</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>při</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>při</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>při</td></tr></table>	D2	D1	D0		1	0	0	při	0	1	1	při	0	1	0	při	0	0	1	při	0	0	0	při	$U_{9/19}$	= 0,6 U_P až 13,5 V
D2	D1	D0																								
1	0	0	při																							
0	1	1	při																							
0	1	0	při																							
0	0	1	při																							
0	0	0	při																							
	$U_{9/19}$	= 0,45 U_P až 0,6 U_P V																								
	$U_{9/19}$	= 0,3 U_P až 0,45 U_P V																								
	$U_{9/19}$	= 0,15 U_P až 0,3 U_P V																								
	$U_{9/19}$	= -0,3 až 0,15 U_P V																								
Vstupní proud																										
$U_9 = 0$, popřip. 13,5 V	I_9	± 10 μA																								
Platí jen pro TSA5510 a TSA5511																										
Výstupy brán P0, P1, P2 a P3: (omezení zkratu výstupů – vývody 15, 14, 13, 12)																										
Výstupní proud – úroveň L																										
$U_0 = 12$ V	I_{0L}	= jmen. 1,0; 0,7 až 1,5 mA																								
Svodový proud výstupu – úroveň H	I_{0H}	≤ 10 μA																								
$U_0 = 13,5$ V																										
Výstupy brán P4, P5, P6 a P7: (otevřené kolektorové výstupy – vývody 11, 10, 9, 7)																										
Výstupní napětí – úroveň L																										
$I_0 = 10$ mA	U_{0L}	= jmen. 0,3; ≤ 0,7 V																								
aktivní pouze 1 brána, úroveň L	$I_0 = 2,5$ mA																									
aktivní všechny 4 brány, úroveň L	U_{0L}	= jmen. 0,1 V																								
Svodový proud výstupů	I_{0H}	≤ 10 μA																								
$U_0 = 13,5$ V																										
Výstupní napětí spínací – aktivní L	U_{0L}	≤ 6 V																								
Výstupní napětí s pracovním rezistorem	U_{0H}	≤ 13,5 V																								
Platí jen pro TSA5512																										
Výstupy brán P7 až P0 – vývody 7, 9, až 15: (otevřené kolektorové výstupy)																										
Výstupní napětí – úroveň L																										
$I_0 = 5$ mA, výstupy brán aktivní, úroveň L	U_{0L}	= jmen. 0,3; ≤ 0,7 V																								
Výstupní napětí – úroveň L	$I_0 = 2,5$ mA, čtyři brány aktivní, úroveň L	U_{0L}	= jmen. 0,1 V																							
Svodový proud výstupů	I_{0H}	≤ 10 μA																								
$U_0 = 13,5$ V																										
Výstupní napětí spínací – aktivní úroveň L	U_{0L}	≤ 6 V																								
Výstupní napětí s pracovním rezistorem	U_{0H}	≤ 13,5 V																								

1. Nezávisle na napětí $U_{10/17}$ je obvod předvolen na A1 = 0, A0 = 1, proto se mohou všechny syntezátory připojené na jednu sběrnici adresovat současně (General call).

Zápis do registru probíhá takto: Po adresováním B s R/W = 0 se mohou přenášet čtyři datové B. Řízení sběrnice I²C automaticky inkrementuje a při přenosu (adresování) dovoluje příjem čtyř datových B. Během MSB prvního datového B se může určit, zda se přijímá první nebo třetí datový B (MSB = 0 pro dva datové B pro předdělič, MSB = 1 pro programování proudového zdroje a výstupy brán bez předděliče). Až do doby, kdy mikrořadič generuje bit „stop“, může vysílat další datové B, aniž by se muselo obnovit adresování. To dovoluje jemné doladování, např. pomocí automatického řízení hlasitosti nebo jinými instrukcemi jemného ladění.

Čtení stavu registru: Po adresování B s R/W = 1 vydá obvod potvrzení a přečte se první datový B (stavový) z mikropočítače. Čtení na vývodu SDA probíhá při úrovni SCL = H.

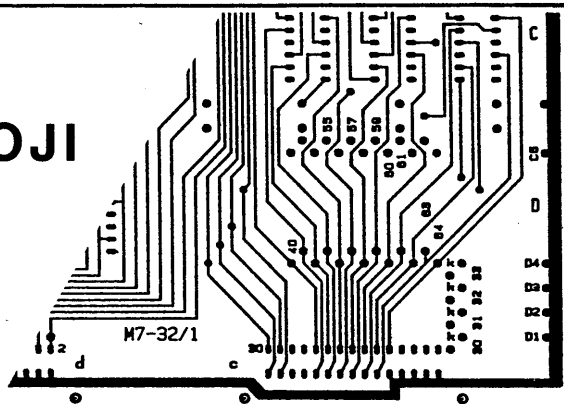
Zhotovíme Vám na zahraniční výrobní lince
KVALITNĚ A RYCHLE

DESKY S PLOŠNÝMI SPOJI

Jedno- a dvouvrstvé s pokovenými otvory
ve třídě přesnosti 1 až 4

Technické a obchodní informace:
Ing. R. Petrovický tel. 02/25 67 55

ELSYST Praha s. p.

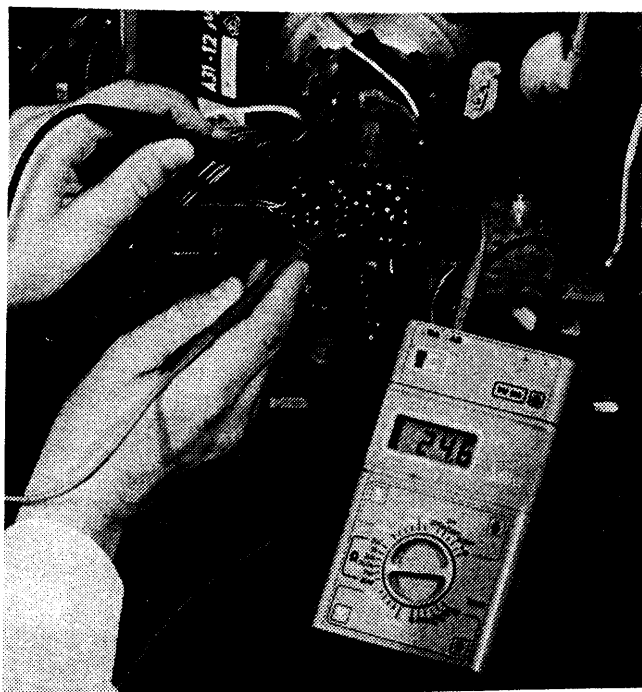


Univerzální měřicí přístroj METRA PU 516

Účelnou novinkou pro amatéry i profesionály v slaboproudé a silnoproudé elektrotechnice je číselný měřicí přístroj PU 516 z inovovaného programu Metra Blansko. Je přizpůsoben k jednoduchému a rychlému měření stejnosměrných i střídavých napětí a proudů včetně měření skutečné efektivní hodnoty (TRMS). Také s ním lze měřit elektrický odpor a kontrolovat polovodičové přechody u tranzistorů a diod. Celkem ve 29 měřicích rozsazích, nastavitelných jedním přepínačem, měří se základní přesností 0,5 % až 1 % stejnosměrná a střídavá napětí v rozsazích 200 mV, 2 V, 200 V a 1000 V při vnitřním odporu 10 MΩ. Stejnosměrný i střídavý proud měří v rozsazích 200 μA, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 1 A a 10 A s úbytkem napětí asi 180 mV až 450 mV podle daného rozsahu. K měření elektrického odporu jsou rozsahy 200 Ω, 2 kΩ, 20 kΩ, 200 kΩ, 2 MΩ a 20 MΩ.

Polovodičové přechody se kontrolují při konstantním proudu asi 0,6 mA měřením napětí v propustném a závěrném směru. V téže poloze přepínače lze kontrolovat vodivé spojení obvodů se zvukovým indikátorem, je-li jejich odpor mezi svorkami menší než 240 Ω. K indikaci naměřených hodnot slouží třípísmenný číselník z kapalných krystalů s výškou znaků 12,7 mm, se znakem polarity, automatickým nastavováním desetinné tečky s volbou měřicího rozsahu a automatickou signalizací poklesu napětí napájecí baterie 9 V IEC 6F22. Přístroj je ve vzhledném pouzdru z nárazuvzdorného plastu, je zkoušen napětím 4 kV (měřicí šňůry napětím 6 kV), má malý odběr proudu z baterie, která vydrží asi 100 h provozu. Celkové rozměry jsou 96 × 35 × 168 mm a hmotnost asi 300 g. Přístroj lze vidět při předvádění a získat podrobnější technickou dokumentaci ve středisku OTS podniku v Praze 1, Křižovnická 4.

(lív)



Obr. 1. Nový univerzální měřicí přístroj pro amatérskou praxi METRA PU 516

Potvrzení mikrořadičem způsobí, že je nyní k dispozici aktualizovaný druhý datový B z obvodu. Přenos se ukončí teprve tehdy, jestliže mikrořadič již nevydává další potvrzení. Obvod uvolní sběrnici (SDA = H), čímž mikrořadič vydá bit „stop“.

Protokol sběrnice I²C – platí pro TSA5510, TSA5511, TSA5512AT, T. S – podmínka startu, P – podmínka zastavení, A – potvrzení (ACK = 0), Ā – žádné potvrzení (ACK = 1).

Adresový B, první B po podmínce startu:

1 1 0 0 0 MA1 MA0 R/W

Obvod pracuje jako přijímač „slave“ při R/W = 0 (zápis) a vysílač „slave“ při R/W = 1 (čtení).

Generální instrukce je na adrese 1100 001R/W, jinak musí bity MA1 a MA0 na bráně P3 odpovídat bitům A1 a A0 (viz brána 3).

V příštím čísle

DIGITÁLNÍ ZPRACOVÁNÍ TV SIGNÁLU

Základní televizní obvody pro
digitální zpracování běžného
a teletextového TV signálu v ba-
revných televizních přijímačích



AR B6/91 vyjde
22. listopadu 1991

INZERCE



PRODEJ

SL1452 (680), SL1451 (740), SL1454 (690), TDA5660P (220), PAV fil. 480 MHz OFWY 6950 (680), SAT kon. SCE-975 MasproJa., F = 1,3 dB max. (3500). K. Krunt, Řepová 554, 196 00 Praha 9, tel. 68 70 870.

IO TTL, ECL, různé aktivní i pasivní prvky a materiál až so 60% zřavou. Zoznam za známku (0.50 + 590). ELKO, Vojenská 2, 040 01 Košice.

Kompletní sadu sůč. + pl. spoj. + schéma na VF milivoltmeter do 1(2) GHz bez MP (485), anténne predzosilňovače na OK 3 (42-50 k) s BF966 (170), III pásmo (160), VKV (160), sůč. BF, BFR, NE, MC, TDA. LM. Parab. ant. lam. Ø 120 (990-1580), SAT komplety (11700). Kúpim rozmietač do 1 GHz. K. Kiss, Poľná 52, 940 53 Nové Zámky, tel. 0817/34 396.

Odpory TR 212, řady E12, 10 Ω až 1 MΩ (60 hodnot), balení po 200 ks, vcelku (350) i balení po bal. (10). V. Kopal, Charvátova 3, 110 00 Praha 1, tel. 26 23 91.